

**NUOVA LINEA TORINO LIONE - NOUVELLE LIGNE LYON TURIN  
PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE - PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE**

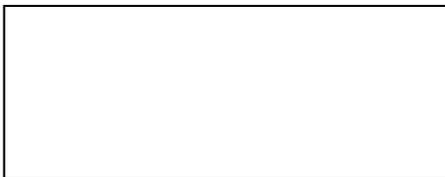
**LOTTO COSTRUTTIVO 1 / LOT DE CONSTRUCTION 1  
CANTIERE OPERATIVO 02C/CHANTIER DE CONSTRUCTION 02C  
RILOCALIZZAZIONE DELL'AUTOPORTO DI SUSÀ  
DEPLACEMENT DE L'AUTOPORTO DE SUSE  
PROGETTO ESECUTIVO - ETUDES D'EXECUTION  
CUP C11J05000030001 - CIG 682325367F**

**DOCUMENTAZIONE TECNICO-ECONOMICA  
CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – NORME TECNICHE**

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	30/04/2017	Première diffusion / Prima emissione	A.BATTAGLIOTTI (MUSINET ENG.)	L.BARBERIS (MUSINET ENG.)	C.GIOVANNETTI (MUSINET ENG.)
A	31/08/2017	Revisione a seguito commenti TELT Révision suite aux commentaires TELT	A.BATTAGLIOTTI (MUSINET ENG.)	L.BARBERIS (MUSINET ENG.)	C.GIOVANNETTI (MUSINET ENG.)
B	30/04/2018	Recepimento istruttoria validazione RINA Check	L.BARBERIS (MUSINET ENG.)	C.GIOVANNETTI (MUSINET ENG.)	C.GIOVANNETTI (MUSINET ENG.)

1	0	2	C	C	1	6	1	6	7	O	O	A	0	O	G
Cat.Lav. Cat.Trav.	Lotto/Lot		Contratto/Contrat				Opera/Oeuvre		Tratto Tronçon	Parte Partie					

E	G	N	R	E	0	0	1	0	B
Fase Phase	Tipo documento Type de document		Oggetto Object		Numero documento Numéro de document			Indice Index	



**SCALA / ÉCHELLE**  
-

**IL PROGETTISTA/LE DESIGNER**



Dott. Arch. Corrado GIOVANNETTI  
Albo di Torino  
N° 2736

**L'APPALTATORE/L'ENTREPRENEUR**

**IL DIRETTORE DEI LAVORI/LE MAÎTRE D'ŒUVRE**

## **INDICE VOLUMI**

VOLUME 1 – NORME TECNICHE PARTE GENERALE

VOLUME 2 – OPERE STRADALI

VOLUME 3 – OPERE D'ARTE MAGGIORI

VOLUME 4 – OPERE D'ARTE MINORI

VOLUME 5 – OPERE EDILI

VOLUME 6 – IMPIANTI

VOLUME 7 – OPERE IDRAULICHE

VOLUME 8 – OPERE A VERDE

**SOMMAIRE / INDICE VOLUME 1**

<b>CAPO I. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI – MODO DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO – ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI.....</b>	<b>6</b>
1. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E DEI SISTEMI DA IMPIEGARSI.....	6
1.1 Generalità.....	6
1.2 Macchine, quasi-macchine e insiemi di macchine .....	6
1.3 Caratteristiche dei principali materiali e sistemi .....	7
1.3.1 Generalità.....	7
1.3.2 Acqua di impasto per la realizzazione di miscele.....	7
1.3.3 Cementi .....	8
1.3.4 Calci .....	8
1.3.5 Aggregati per opere in terra .....	8
1.3.6 Aggregati per malte e calcestruzzi.....	8
1.3.7 Additivi chimici e meccanici per malte e calcestruzzi.....	8
1.3.8 Aggregati per sovrastrutture stradali e conglomerati bituminosi.....	11
1.3.9 Pietre naturali e pietre da taglio .....	11
1.3.10 Materiali laterizi .....	11
1.3.11 Argilla espansa .....	11
1.3.12 Blocchi prefabbricati in calcestruzzo vibrocompresso.....	11
1.3.13 Altri elementi prefabbricati in calcestruzzo e simili.....	12
1.3.14 Protezione e riparazione del calcestruzzo.....	13
1.3.15 Acciaio.....	13
1.3.16 Acciaio inossidabile.....	32
1.3.17 Ghisa.....	33
1.3.18 Zincatura a caldo dei componenti in acciaio o ghisa.....	34
1.3.19 Alluminio e sue leghe .....	37
1.3.20 Rame e sue leghe .....	37
1.3.21 Polimetilmetacrilato (PMMA), policarbonato (PC), polipropilene (PP) e altre materie plastiche .....	38
1.3.22 Legno .....	40
1.3.23 Bitumi e leganti bituminosi .....	40
1.3.24 Vetro .....	41
1.3.25 Geosintetici.....	43
1.3.26 Membrane per impermeabilizzazione .....	51
1.3.27 Tubazioni in ghisa .....	52
1.3.28 Tubazioni in PVC .....	53
1.3.29 Tubazioni in PE .....	55
1.3.30 Tubazioni in gres .....	57
1.3.31 Elementi in fibrocemento .....	57
1.3.32 Elementi in PRFV (vetroresina).....	57
1.3.33 Serramenti.....	60
1.3.34 Materiali per opere a verde.....	60
2. PROVE DEI MATERIALI .....	64

<b>CAPO II. NORME E PRESCRIZIONI RIGUARDANTI LE MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI SINGOLI LAVORI</b> .....	64
3. SONDAGGI E TRACCIATI .....	65
4. RILIEVI E TRACCIAMENTI .....	65
4.1 Definizioni .....	65
4.2 Campo di applicazione .....	65
4.3 Prescrizioni ed oneri generali .....	65
4.4 Prescrizioni tecniche particolari .....	66
4.5 Materiali e strumentazione .....	66
4.5.1 Vertici.....	66
4.5.2 Poligonal di precisione.....	66
4.5.3 Poligonal secondarie .....	67
4.5.4 Livellazioni di precisione.....	67
4.5.5 Livellazioni tecniche.....	67
4.5.6 Rilievi planoaltimetrici .....	67
4.5.7 Tracciamenti planoaltimetrici .....	68
4.6 Modalità di esecuzione .....	68
4.6.1 Vertici.....	68
4.6.2 Poligonal di precisione.....	68
4.6.3 Poligonal secondarie .....	70
4.6.4 Livellazioni di precisione.....	72
4.6.5 Livellazioni tecniche .....	73
4.6.6 Rilievi planoaltimetrici .....	74
4.6.7 Tracciamenti planoaltimetrici .....	76
4.7 Controlli di qualità .....	77
4.7.1 Controlli generali .....	77
4.7.2 Qualificazione e controlli sul personale.....	77
4.7.3 Controlli sulle attrezzature e documentazioni.....	78
4.7.4 Controlli in corso d'opera.....	78
5. SCAVI .....	78
5.1 Norme generali .....	78
5.1.1 Definizione e generalità .....	78
5.1.2 Geometria degli scavi.....	79
5.1.3 Puntellature, franamenti, scavo per campioni.....	79
5.1.4 Disboscamento .....	80
5.1.5 Materiali di risulta: riutilizzo e sistemazione a deposito.....	80
5.1.6 Scavi con esplosivi.....	81
5.2 Scavi di sbancamento .....	81
5.3 Scavi di fondazione.....	82
5.4 Scavi subacquei e scavi all'asciutto.....	82
6. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI .....	83
6.1 Premessa .....	83
6.2 DEMOLIZIONE DI MURATURE, FABBRICATI E STRUTTURE.....	83
6.2.1 Generalità.....	83
6.2.2 Mezzi da impiegare.....	83
6.2.3 Criteri e precauzioni.....	84
6.2.4 Demolizioni su strade ed autostrade in esercizio .....	84
6.2.5 Idrodemolizioni.....	85
6.3 DEMOLIZIONE DI PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO .....	85
6.3.1 Demolizione di pavimentazione mediante frese .....	85

---

6.3.2	Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali .....	86
6.4	Rimoziioni .....	86
<b>CAPO III. NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI</b>		
7.	MISURAZIONE DEI LAVORI.....	87
7.1	SCAVI IN GENERE .....	87
7.2	CALCESTRUZZI E SMALTI .....	88
7.3	CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO .....	88
7.4	CASSEFORME ED ARMATURA .....	88
7.5	FERRO DI ARMATURA PER CALCESTRUZZI .....	88
7.6	PERFORAZIONI .....	88

## 1. **PREMESSA**

Il Capitolato Speciale d'Appalto fa parte integrante del contratto nel quale sono riportate le norme dirette a regolare il rapporto tra Stazione Appaltante ed Appaltatore. La Parte Prima contiene la descrizione delle lavorazioni e riporta tutti gli elementi necessari per una compiuta definizione tecnica ed economica dell'oggetto dell'appalto, anche ad integrazione degli aspetti non pienamente deducibili dagli elaborati grafici del progetto esecutivo. La presente Parte Seconda contiene la specificazione delle prescrizioni tecniche relative alle lavorazioni previste per l'appalto. In particolare vengono illustrate in dettaglio le modalità di esecuzione e le norme di misurazione di ogni lavorazione, i requisiti di accettazione dei materiali e componenti, le specifiche di prestazione e le modalità di prove nonché, in relazione alle caratteristiche degli interventi, l'ordine da tenersi nello svolgimento delle specifiche lavorazioni.

Ai fini del presente Capitolato Speciale di Appalto - Norme Generali si intende:

- per "Codice" il D.Lgs. 50/2016;
- per "Regolamento" il D.P.R. 207/2010 e s.m.i., per quanto ancora in vigore;
- per "D.Lgs. n. 81/2008" il D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.

## **CAPO I. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI – MODO DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO – ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI**

### **2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E DEI SISTEMI DA IMPIEGARSI**

#### **2.1 Generalità**

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori.

I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché rispondano ai requisiti di cui sopra.

Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsivoglia provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli Istituti e Laboratori che verranno indicati dalla Direzione Lavori, nonché per le corrispondenti prove ed esami.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuati presso i Laboratori dichiarati ufficiali per quei materiali di cui ai RR.DD. 16/11/1939 n. 2228 e 2229 ed al D.L. 20/12/1947 n. 15, 6, mentre per gli altri materiali verranno effettuati presso Laboratori indicati dalla Società.

I risultati ottenuti nei suddetti Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente Capitolato.

Nel caso che alcuni materiali da costruzione vengano forniti direttamente dalla Società, l'Impresa ha l'obbligo di eseguire tutti i controlli necessari per accertare la loro idoneità all'impiego, rimanendo di conseguenza la sola responsabile circa la qualità dei materiali stessi.

#### **2.2 Macchine, quasi-macchine e insiemi di macchine**

Le “macchine”, le “quasi-macchine” e gli “insiemi di macchine” impiegati per le lavorazioni, fatte salve le esclusioni espressamente previste, devono rispettare le norme di cui al D.Lgs. 27/01/2010 n. 17, che recepisce la Direttiva europea 2006/42/CE del 17/05/2006.

Tale Direttiva sostituisce la precedente 98/37/CE, che si riferiva a tutti i tipi di macchinario e ai loro componenti di sicurezza messi isolatamente sul mercato. La nuova norma si applica ai seguenti prodotti: macchine; attrezzature intercambiabili; componenti di sicurezza; accessori di sollevamento; catene, funi e cinghie; dispositivi amovibili di trasmissione meccanica; quasi-

macchine (insiemi che costituiscono quasi una macchina ma che, da soli, non sono in grado di garantire un'applicazione ben determinata - ad es. un sistema di azionamento - unicamente destinati ad essere incorporati o assemblati ad altre macchine o ad altre quasi-macchine o apparecchi per costituire una macchina).

La stessa definisce i requisiti essenziali in materia di sicurezza e salute ai quali devono rispondere i prodotti sopra indicati in occasione della loro fabbricazione e prima della loro immissione sul mercato. La conformità ai suddetti requisiti è quindi presunta allorché sia presente all'atto dell'utilizzo la marcatura CE di tali prodotti, corredata dalla prescritta documentazione.

Per tutte le altre macchine e attrezzature sarà sufficiente redigere e conservare un fascicolo tecnico in accordo con quanto riportato nell'allegato del D.Lgs. 17/2010.

I prodotti di cui sopra non rispondenti ai requisiti della norma non potranno essere utilizzati e dovranno essere allontanati prima possibile dal cantiere.

## 2.3 Caratteristiche dei principali materiali e sistemi

### 2.3.1 Generalità

I materiali e sistemi<sup>(1)</sup> da utilizzare, sia nei siti e nelle fabbriche di produzione delle opere prefabbricate e dei semilavorati, sia in cantiere, dovranno trovarsi, al momento del loro uso, in perfetto stato di conservazione ed idonei all'impiego previsto.

Di seguito si riportano le caratteristiche richieste per i principali materiali e sistemi, tenendo conto che l'elenco non può considerarsi esaustivo, che ulteriori specificazioni per gli stessi materiali e sistemi o per materiali e sistemi non riportati nel presente paragrafo si possono reperire nei capitoli successivi del presente Capitolato e che, sia per i materiali, sia per le loro caratteristiche, deve farsi riferimento ai principi generali precedentemente riportati.

Anche l'elencazione delle normative è per ovvi motivi parziale, limitandosi qui generalmente all'indicazione di quelle principali. In questo contesto di solito le norme europee armonizzate assumono il ruolo di "norme quadro", che a loro volta ne richiamano altre e queste altre ancora e così via fino a formare, per ciascun prodotto, il "corpus" normativo completo.

Le norme europee armonizzate sono in questo articolo evidenziate in **grassetto** e sono tutte riportate nello specifico documento in Appendice. Le norme indicate con il solo numero sono della tipologia (UNI EN, UNI CEN/TS, UNI, ecc. precedentemente indicata).

Per quanto riguarda le opere interagenti con la rete ferroviaria, dovranno essere osservate anche le pertinenti norme ferroviarie emanate da Rete Ferroviaria Italiana (RFI).

### 2.3.2 Acqua di impasto per la realizzazione di miscele

Proverrà da origini ben definite, che diano acqua di caratteristiche costanti. Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile, l'acqua proveniente da depuratori delle acque di aggotamento di cantiere, l'acqua di riciclo degli impianti di betonaggio, qualora rispondenti ai requisiti di cui alla norma UNI EN 1008.

Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro. La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD: *chemical oxygen demand*) inferiore a 0,1 g/l.

<sup>(1)</sup> Si intende qui per "sistema" un insieme di componenti prefabbricati interconnessi tra di loro e con l'ambiente esterno, progettato per comportarsi in modo unitario al fine di perseguire obiettivi prestazionali prefissati, secondo specifiche regole.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta per ciascuna miscela qualificata in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto delle condizioni di umidità e dell'assorbimento negli aggregati.

### **2.3.3 Cementi**

Saranno impiegati esclusivamente cementi provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: **UNI EN 197-1** (cementi comuni), UNI EN 413-1 (da muratura), UNI 9156 (resistenti ai solfati), UNI 9606 (resistenti al dilavamento della calce), UNI EN 14216 (a basso calore di idratazione), UNI EN 14647 (alluminosi), UNI EN 15743 (sovrasolfatati) e con prove eseguite secondo le norme UNI EN 196, 413, UNI CEN/TR 15697, UNI 10397.

### **2.3.4 Calci**

Saranno impiegate esclusivamente calci da costruzione (aeree o idrauliche) provviste di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: **UNI EN 459-1** (definizioni, specifiche e criteri di conformità), 459-2 (metodi di prova), 459-3 (valutazione della conformità).

### **2.3.5 Aggregati per opere in terra**

Saranno impiegati esclusivamente aggregati provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: **UNI EN 13055-2** (aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati), **13242** (aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade), 13285 (miscele non legate: specifiche).

Per ulteriori specificazioni vedere l'articolo riguardante i rilevati.

### **2.3.6 Aggregati per malte e calcestruzzi**

Saranno impiegati esclusivamente aggregati provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: **UNI EN 12620** (aggregati per calcestruzzo), UNI 8520-1 e 8520-2 (istruzioni per l'applicazione della UNI EN 12620), **UNI EN 13055-1** (aggregati leggeri), **UNI EN 13139** e 11320 (aggregati per malte), **13242** (aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici) e con prove eseguite secondo le norme UNI EN 932, 933, 1097, 1367, 1744, 1936, 11013.

### **2.3.7 Additivi chimici e meccanici per malte e calcestruzzi**

#### **2.3.7.1 Generalità**

Si possono suddividere in:

- additivi propriamente detti (chimici);
- additivi meccanici (fibre), che possono ulteriormente dividersi, quanto a geometria, in “macrofibre” (lunghezza 25-65 mm, spessore 0.2-0.8 mm) e “microfibre” (lunghezza 0.8-50 mm, spessore < 0.1 mm) e quanto a materiale, possono essere in acciaio, in materiale polimerico o in materiale inorganico (carbonio, vetro).

### 2.3.7.2 Additivi chimici

Saranno impiegati per il confezionamento di calcestruzzi, malte da muratura e malte per iniezione, esclusivamente additivi provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: **UNI EN 480** (parti 1, 2, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14: additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - metodi di prova), **934-1** (requisiti comuni), **934-2** (additivi per calcestruzzo), **934-3** (additivi per malte per opere murarie), **934-4** (additivi per malta per cavi di precompressione), **934-5** (additivi per calcestruzzo proiettato), **934-6** (campionamento e controlli).

### 2.3.7.3 Additivi meccanici (fibre)

Per quanto riguarda questi particolari additivi, in forma solida, le “macrofibre” sono soprattutto in grado di determinare un miglioramento delle prestazioni del calcestruzzo allo stato indurito e quindi delle sue caratteristiche meccaniche significative ai fini strutturali (resistenza, tenacità, comportamento a fatica), mentre le “microfibre” sono particolarmente efficaci ai fini del controllo della fessurazione allo stato plastico (per ritiro, variazioni termiche, coazioni).

In base a quanto sopra, ai fini degli impieghi strutturali, hanno molta più importanza le macrofibre, le quali agiscono principalmente in due modi: incrementando la resistenza delle sezioni già fessurate (*tension softening* o *tension hardening* – v. figura) e la capacità di trasmissione degli sforzi dal calcestruzzo alle barre di armatura (*tension stiffening*).

Per la preparazione del calcestruzzo strutturale fibrorinforzato (FRC) saranno impiegate unicamente fibre provviste di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Le fibre stesse, i prodotti semilavorati ed i loro impieghi dovranno in particolare essere conformi alle norme: **UNI EN 1916** (tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali), **14487-1** (calcestruzzo proiettato: definizioni, specificazioni e conformità), **14487-2** (calcestruzzo proiettato: esecuzione), **14488** (calcestruzzo proiettato: prova di aderenza per trazione diretta sulle carote), **14650** (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: regole generali per il controllo di produzione in fabbrica del calcestruzzo con fibre di acciaio), **14721** (metodo di prova per calcestruzzo con fibre metalliche: misurazione del contenuto di fibre nel calcestruzzo fresco e nel calcestruzzo indurito), **14889-1** (fibre di acciaio), **14889-2** (fibre polimeriche), **UNI 11037** (fibre di acciaio), **11188** (elementi strutturali di calcestruzzo rinforzato con fibre d'acciaio: progettazione, esecuzione e controllo), **CNR-DT 204/2006 rev. 04/02/2008** (istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il controllo di strutture in calcestruzzo fibrorinforzato).

Per quanto riguarda le prove ed altri riferimenti internazionali, se ne riporta di seguito un sommario elenco:

- RILEM, 2001, *Test and design methods for steel fibre reinforced concrete: uniaxial tension test for steel fibre reinforced concrete*;
- RILEM TC 162-TDF *Recommendations, Materials and Structures*;
- RILEM, 2000, *Test and design methods for steel fibre reinforced concrete: beam test*;
- Documenti dell'ACI Committee 544, *Fiber-Reinforced Concrete*;
- JCI, 1984, *Method of tests for flexural strength and flexural toughness of fiber reinforced concrete*;
- JCI Standard SF-4, *JCI Standards for test methods of fiber reinforced concrete*;
- ASTM C1609-10, *Standard Test Method for Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading)*;
- ASTM C1399-10, *Test Method for Obtaining Average Residual-Strength of Fiber-Reinforced Concrete*;

- ASTM C1550-10a, *Standard Test Method for Flexural Toughness of Fiber-Reinforced Concrete (Using Centrally Loaded Round Panel)*.

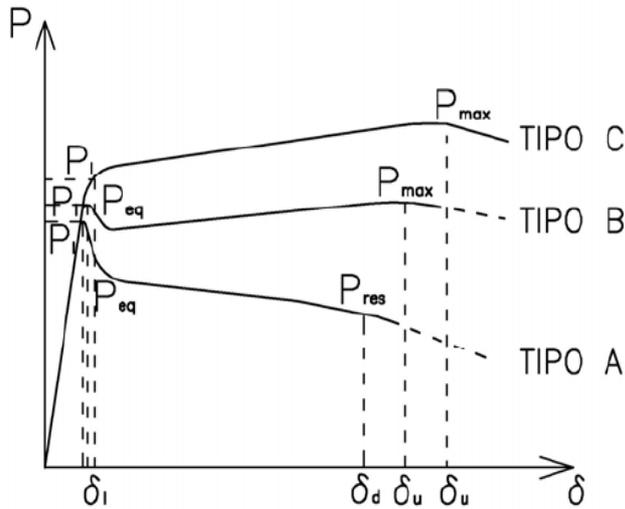


Diagramma P- $\delta$  da prova di trazione o flessione su provino in FRC.

Significato dei simboli:  $\delta$  = deformazione imposta al provino,  $P$  = carico corrisp. a  $\delta$ ,  $P_1$  = carico di prima fessurazione,  $\delta_1$  = deformazione alla prima fessurazione,  $P_{eq}$  = carico post-picco equivalente (al netto della resistenza a trazione del materiale che incorpora le fibre),  $\delta_d$  = deformazione di calcolo,  $P_{res}$  = carico residuo,  $P_{max}$  = carico massimo raggiunto dopo fessurazione,  $\delta_u$  = deformazione corrispondente a  $P_{max}$ .

Curva tipo A: comportamento degradante (*tension softening*)

Curva tipo B: comportamento incrudente (*tension hardening*)

Curva tipo C: comportamento sovraresistente (*over-resistance*)

### ***2.3.8 Aggregati per sovrastrutture stradali e conglomerati bituminosi***

Saranno impiegati esclusivamente aggregati provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: **UNI EN 13043** (aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali), **13242** (aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici), 13285 (aggregati per miscele non legate), con prove eseguite secondo le norme UNI EN 932, 933, 1097, 1367, 1744, 1936, 13179.

### ***2.3.9 Pietre naturali e pietre da taglio***

Saranno impiegate esclusivamente pietre naturali provviste di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: UNI/TR 11351 (istruzioni complementari per marcatura CE), **UNI EN 771-6** (elementi per muratura), **845-2** (architravi in vari materiali), **1341** (lastre per pavimentazioni esterne), **1342** (cubetti per pavimentazioni esterne), **1343** (cordoli per pavimentazioni esterne), 1467 (blocchi grezzi), 1468 (lastre grezze), **1469** (lastre per rivestimenti), **12057** (marmette modulari), **12058** (lastre per pavimentazioni e per scale), 12059 (lavori a massello), 12440 (denominazione), 12670 (terminologia), con prove eseguite secondo le norme UNI EN 1925, 1926, 1936, 12370, 12371, 12372, 12407, 13161, 13364, 13373, 13639, 13755, 14066, 14146, 14147, 14157, 14158, 14205, 14231, 14579, 14580, 14581, 16140.

### ***2.3.10 Materiali laterizi***

Saranno impiegati esclusivamente prodotti in laterizio provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: **UNI EN 771-1** (elementi per murature), 1024 e **1304** (tegole e relativi accessori), **1344** (elementi per pavimentazioni), **1806** (camini a parete singola), **13084-5** (mattoni per condotti interni di ciminiera), **15037-3** (blocchi per solai), UNI 9460 (tegole), 9730-1 e 9730-2 (elementi per solai), 11128 (tavelloni, tavelle e tavelline), con prove eseguite secondo le norme UNI EN 538, 539-1, 539-2, 772-3, 772-5, 772-7, 772-9, 772-11, 772-19, 772-21, 1344, 1806, 14437, 15087, 15209, UNI CEN/TS 772-22, UNI 8635-14, 8635-16, 9730-3.

### ***2.3.11 Argilla espansa***

Per quanto riguarda il suo impiego come prodotto sfuso per il confezionamento in sito di isolanti termici, sarà impiegata esclusivamente argilla espansa provvista di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovrà in particolare essere conforme alle norme: **UNI EN 14063-1** (argilla espansa sfusa per prodotti fabbricati in sito). Per l'impiego come aggregato leggero nelle miscele di conglomerato bituminoso il materiale dovrà essere conforme alla norma UNI 11298, per analogo impiego ma nel confezionamento delle miscele di calcestruzzo, il materiale dovrà essere conforme alle norme UNI 7548-1, 7548-2 e 11013.

### ***2.3.12 Blocchi prefabbricati in calcestruzzo vibrocompresso***

Saranno impiegati esclusivamente elementi prefabbricati provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alla norma **UNI EN 771-3** (blocchi per muratura in calcestruzzo vibrocompresso). Inoltre dovranno soddisfare i seguenti ulteriori requisiti:

Lo spessore minimo delle costole perimetrali non deve essere minore di 1,5 volte la massima dimensione dell'aggregato utilizzato.

La resistenza a rottura degli elementi dovrà essere almeno pari a:

- 8 MPa per i blocchi in calcestruzzo non alleggerito aventi funzione portante;
- 3 MPa per i blocchi in calcestruzzo alleggerito aventi funzione portante.

La foratura dei blocchi (verticale) dovrà essere non maggiore del:

- 60%, nel caso di blocchi non aventi funzione portante;
- 35%, nel caso di blocchi aventi funzione portante.

### 2.3.13 Altri elementi prefabbricati in calcestruzzo e simili

Saranno impiegati esclusivamente elementi prefabbricati provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo.

Dovranno in particolare essere conformi alle seguenti norme:

Elemento	Norme europee armonizzate
Tegole:	<b>UNI EN 490</b> (tegole di calcestruzzo e relativi accessori per coperture e rivestimenti murari: specifiche di prodotto);
Blocchi in calcestruzzo aerato autoclavato:	<b>UNI EN 771-4</b> (specifica per elementi per muratura: elementi di calcestruzzo aerato autoclavato per muratura);
Pietra artificiale:	<b>UNI EN 771-5</b> (specifica per elementi per muratura: elementi di pietra agglomerata per muratura);
Lastre alveolari:	<b>UNI EN 1168</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: lastre alveolari);
Pavimentazioni:	<b>UNI EN 1338</b> (masselli di calcestruzzo per pavimentazione: requisiti e metodi di prova), <b>UNI EN 1339</b> (lastre di calcestruzzo per pavimentazione: requisiti e metodi di prova), <b>12737</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: lastre per pavimentazioni di stalle);
Cordonati:	<b>UNI EN 1340</b> (cordoli di calcestruzzo: requisiti e metodi di prova);
Componenti in calcestruzzo alleggerito:	<b>UNI EN 1520</b> (componenti prefabbricati armati di calcestruzzo alleggerito con struttura aperta, con armatura strutturale o non-strutturale);
Camini:	<b>UNI EN 1857</b> (camini – componenti: condotti fumari di calcestruzzo), <b>1858</b> (camini – componenti: blocchi di calcestruzzo), <b>12446</b> (camini – componenti: elementi esterni di calcestruzzo);
Tubi e relativi raccordi:	<b>UNI EN 1916</b> (tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali);
Pozzetti:	<b>UNI EN 1917</b> (pozzetti e camere di ispezione di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali);
Fondazioni:	<b>UNI EN 12794</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: pali di fondazione), <b>14991</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: elementi di fondazione);
Recinzioni:	<b>UNI EN 12839</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: elementi per recinzioni);
Antenne e pali:	<b>UNI EN 40-4</b> (pali per illuminazione pubblica: requisiti per pali per illuminazione di calcestruzzo armato e precompresso), <b>12843</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: antenne e pali);
Solai:	<b>UNI EN 13224</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: elementi nervati per solai), <b>15037-1</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo - solai a travetti e blocchi: travetti), <b>15037-2</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo - solai a travetti e blocchi: blocchi di calcestruzzo), <b>15037-3</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo - solai a travetti e blocchi: blocchi di laterizio), <b>15037-4</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo - solai a travetti e blocchi: blocchi di polistirene espanso) ;

Elemento	Norme europee armonizzate
Travi e pilastri per edifici:	<b>UNI EN 13225</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: elementi strutturali lineari);
Elementi speciali per coperture:	<b>UNI EN 13693</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: elementi speciali per coperture);
Particolari edifici prefabbricati:	<b>UNI EN 13978-1</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo - garage prefabbricati di calcestruzzo: requisiti per garage di calcestruzzo armato realizzati con elementi monolitici o composti da elementi singoli a tutta dimensione);
Scale:	<b>UNI EN 14843</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: scale);
Scatolari:	<b>UNI EN 14844</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: elementi scatolari);
Pareti:	<b>UNI EN 14992</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: elementi di parete – proprietà e prestazioni di prodotto);
Ponti:	<b>UNI EN 15050</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: elementi da ponte);
Muri di sostegno:	<b>UNI EN 15258</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo: elementi per muri di sostegno);
Casserature:	<b>UNI EN 15435</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo - blocchi cassero di calcestruzzo normale e alleggerito: proprietà e prestazioni dei prodotti), <b>15498</b> (prodotti prefabbricati di calcestruzzo - blocchi cassero di calcestruzzo con trucioli di legno: proprietà e prestazioni dei prodotti).

### 2.3.14 Protezione e riparazione del calcestruzzo

Saranno impiegati esclusivamente sistemi e prodotti per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: **UNI EN 1504-1** (definizioni), **1504-2** (sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo), **1504-3** (riparazione strutturale e non strutturale), **1504-4** (incollaggio strutturale), **1504-5** (iniezione del calcestruzzo), **1504-6** (ancoraggio dell'armatura di acciaio), **1504-7** (protezione contro la corrosione delle armature), **1504-8** (controllo di qualità e valutazione della conformità), **1504-9** (principi generali per l'utilizzo dei prodotti e dei sistemi), **1504-10** (applicazione in opera di prodotti e sistemi e controllo di qualità dei lavori).

### 2.3.15 Acciaio

#### 2.3.15.1 Generalità

Tutti gli acciai devono essere dotati di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo, fatta eccezione per i casi di assenza di norma armonizzata. In tali casi gli acciai dovranno comunque essere conformi alle norme vigenti, con particolare riferimento al D.M. 14/01/2008 ed alle prescrizioni generali di cui al presente Capitolato.

Per quanto riguarda i ponti ferroviari o scavalcanti ferrovie, dovranno essere osservate anche le norme ferroviarie RFI-DIN-INC-MA-PO-00-001-C “Manuale di progettazione dei ponti”, integrato con la RFI-DTC-INC-SP-IFS-002-A, specifica per i cavalcaferrovia.

Per comodità si riportano stralci delle prescrizioni generali di cui al D.M. citato.

#### Controlli

Le presenti norme prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo valgono le seguenti definizioni:

- Lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate;
- Forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
- Lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

#### Controlli di produzione in stabilimento e procedure di qualificazione

Tutti gli acciai oggetto delle presenti norme, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Fatto salvo quanto disposto dalle norme europee armonizzate, ove applicabili, il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che operi in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021.

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme UNI EN disponibili (es. UNI EN 10080, 10025, 10210, 10219).

Quando non sia applicabile la marcatura CE, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata prioritariamente con le modalità definite al punto 3.1, lettera c) del presente Capitolato o comunque attraverso la procedura di qualificazione presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti indicata nel D.M. 14/01/2008, che ha termine con il rilascio dell'Attestato di Qualificazione (valido 5 anni), condizione necessaria per l'immissione del prodotto sul mercato. Tale attestato deve essere poi mantenuto seguendo le modalità pure ivi indicate.

#### Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per stabilimento si intende una unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti

possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali ad esempio l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane comunque l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda barre e rotoli.

Comunque, per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marciare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marchiatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.) il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che l'elemento determinante della marchiatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo e, dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marchiatura dichiarate nella documentazione presentata al Servizio Tecnico Centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate.

La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marchiata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marchiatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

Nel primo caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal Direttore dei Lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale.

I produttori ed i successivi intermediari devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni. Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, il costruttore deve inoltre assicurare la conservazione della medesima documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal Servizio Tecnico Centrale.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti Norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il Laboratorio incaricato è tenuto ad informare di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

#### Forniture e documentazione di accompagnamento

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo.

Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

#### Prove di qualificazione e verifiche periodiche della qualità

I laboratori incaricati, di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, devono operare secondo uno specifico piano di qualità approvato dal Servizio Tecnico Centrale.

I certificati di prova emessi dovranno essere uniformati ad un modello standard elaborato dal Servizio Tecnico Centrale.

I prelievi in stabilimento sono effettuati, ove possibile, dalla linea di produzione.

Le prove possono essere effettuate dai tecnici del laboratorio incaricato, anche presso lo stabilimento del produttore, qualora le attrezzature utilizzate siano tarate e la loro idoneità sia accertata e documentata. Di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione nel rapporto di prova nel quale deve essere presente la dichiarazione del rappresentante del laboratorio incaricato relativa all'idoneità delle attrezzature utilizzate.

In caso di risultato negativo delle prove il Produttore deve individuare le cause e apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione al Laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di verifica.

Le specifiche per l'effettuazione delle prove di qualificazione e delle verifiche periodiche della qualità, ivi compresa la cadenza temporale dei controlli stessi, sono riportate nei paragrafi specifici del D.M. citato.

#### Centri di trasformazione

Si definisce Centro di trasformazione un impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il Centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione, vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

Il trasformatore deve dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni tali da compromettere le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti originari previste dalle presenti norme.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto, che sovrintende al processo di trasformazione, deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che operi in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione, specificata nel seguito, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

I centri di trasformazione sono identificati, ai sensi delle vigenti norme, come "luogo di lavorazione" e, come tali, sono tenuti ad effettuare una serie di controlli atti a garantire la permanenza delle caratteristiche, sia meccaniche che geometriche, del materiale originario. I controlli devono essere effettuati secondo le disposizioni riportate nel D.M. citato, per ciascuna tipologia di acciaio lavorato.

Nell'ambito del processo produttivo deve essere posta particolare attenzione ai processi di piegatura e di saldatura. In particolare il Direttore Tecnico del centro di trasformazione deve verificare, tramite opportune prove, che le piegature e le saldature, anche nel caso di quelle non resistenti, non alterino le caratteristiche meccaniche originarie del prodotto. Per i processi sia di saldatura che di piegatura, si potrà fare utile riferimento alla normativa europea applicabile.

Per quanto sopra, è fatto obbligo a tali centri di nominare un Direttore Tecnico dello stabilimento che opererà secondo il disposto dell'art. 64, comma 3, del DPR 380/01.

I centri di trasformazione sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, indicando l'organizzazione, i procedimenti di lavorazione, le massime dimensioni degli elementi base utilizzati, nonché fornire copia della certificazione del sistema di gestione della qualità che sovrintende al processo di trasformazione. Ogni centro di trasformazione dovrà inoltre indicare un proprio logo o marchio che identifichi in modo inequivocabile il centro stesso. Nella dichiarazione deve essere indicato l'impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine. Alla dichiarazione deve essere allegata la nota di incarico al Direttore Tecnico del centro di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità, ai sensi delle presenti norme, sui controlli sui materiali.

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione di cui sopra, che deve essere riconfermata annualmente, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

### **2.3.15.2 Acciaio ordinario per barre di armatura del calcestruzzo**

#### Norme da osservare

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili ad aderenza migliorata qualificati e controllati con le modalità previste dal D.M. 14/01/2008 e dalla norma UNI EN 10080 (di recente ritirata dall'elenco delle norme armonizzate europee). E' un importante riferimento anche la norma UNI EN 1992-1 (Eurocodice 2). Le caratteristiche meccaniche saranno accertate in conformità alle norme UNI EN 15630-1 (acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso - metodi di prova: barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato), 15630-2 (acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso - metodi di prova: reti saldate), UNI EN ISO 6892-1 (materiali metallici - prova di trazione: metodo di prova a temperatura ambiente), 6892-2 (materiali metallici - prova di trazione: metodo di prova a temperatura elevata).

#### Tipi impiegabili

Oltre agli acciai inossidabili ed agli acciai da zincare a caldo indicati più avanti, è impiegabile unicamente acciaio saldabile, qualificato ai sensi delle vigenti norme, delle classi B450C e B450A,

fornito in barre o rotoli, oppure in tralicci e reti elettrosaldate, e sempre ad aderenza migliorata. Tali classi devono essere impiegate:

- la classe B450C, per barre laminate a caldo con diametro nominale compreso tra 6 e 40 mm;
- la classe B450A, per barre trafilate a freddo con diametro nominale compreso tra 5 e 10 mm.

I due suddetti tipi di acciaio dovranno rispettare i requisiti minimi sulle caratteristiche meccaniche previste nella tabella più avanti riportata.

Il diametro nominale di una barra è quello della barra tonda liscia equipesante, calcolato assumendo per la densità dell'acciaio il valore di  $7,85 \text{ kg/dm}^3$ . Gli scostamenti massimi ammessi per le barre effettivamente messe in opera, in termini di diametro nominale misurato, sono pari a:

$$\pm 6\% \quad \text{per} \quad 5 \leq \varnothing \leq 8 \text{ mm};$$

$$\pm 4,5\% \quad \text{per} \quad 8 < \varnothing \leq 40 \text{ mm}.$$

In altri termini, avendo prelevato in cantiere uno spezzone di barra del diametro nominale teorico  $\varnothing$  (mm) ed avendone misurato la lunghezza L (cm) e il peso P (kg), deve risultare:

$$0,007389 \leq K \leq 0,008323 \quad \text{per} \quad 5 \leq \varnothing \leq 8 \text{ mm}$$

$$0,007499 \leq K \leq 0,008205 \quad \text{per} \quad 8 < \varnothing \leq 40 \text{ mm}$$

essendo:  $K = \frac{\sqrt{\frac{P}{L}}}{\varnothing}$ .

Le due classi di acciaio da impiegare, più sopra indicate, devono avere le caratteristiche indicate nella tabella più avanti riportata, derivante da quelle riportate al paragrafo 11.3.2.1 del D.M. 14/01/2008.

L'impiego delle medesime classi di acciaio avverrà con i seguenti criteri, validi per tutte le opere in progetto:

TIPO DI ORDITURA	DIAM. [mm]	B450C	B450A
Barre singole	$\geq 6$	X	
	$6 \leq \varnothing \leq 10$	X	X
Reti e tralicci elettrosaldati	$5 \leq \varnothing \leq 6$		X
	$10 \leq \varnothing \leq 16$	X	

La tolleranza di cantiere rispetto alla massa nominale delle barre (valutata con l'impiego del diametro nominale e della densità nominale dell'acciaio, pari a  $7850 \text{ kg/m}^3$ ) è la seguente:

Diametro nominale della barra (mm)	
$\geq 8$	$\pm 6.0 \%$
$> 8$	$\pm 4.5 \%$

Per quanto concerne l'accertamento in cantiere delle caratteristiche meccaniche, i valori di resistenza ed allungamento di ogni campione, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente (valori di accettazione):

CARATTERISTICHE	VALORE LIMITE	NOTE
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450-25) N/mm <sup>2</sup>

$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450x(1.25+0.02)] N/mm <sup>2</sup>
$A_g$ minimo	≥ 6.0%	Per acciai B450C
$A_g$ minimo	≥ 2.0%	Per acciai B450A
Rottura / snervamento	$1.13 \leq f_r / f_y \leq 1.37$	Per acciai B450C
Rottura / snervamento	$f_r/f_y \geq 1.03$	Per acciai B450A
Piegamento / raddrizzamento	Assenza di cricche	Per tutti

### Reti e tralicci elettrosaldati

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C le barre devono avere diametro D che rispetti la limitazione:

$$6 \text{ mm} \leq D \leq 16 \text{ mm.}$$

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450A le barre devono avere diametro D che rispetti la limitazione:

$$5 \text{ mm} \leq D \leq 10 \text{ mm.}$$

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere:

$$D_{\min} / D_{\max} \geq 0,6.$$

## CARATTERISTICHE DEGLI ACCIAI ORDINARI PER IL C.A. E IL C.A.P.

## Acciaio B450C

$f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm <sup>2</sup>

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{ynom})_k$	$< 1,35$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12 \text{ mm}$	4 $\phi$	
$12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$	5 $\phi$	
per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$	8 $\phi$	
per $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$	10 $\phi$	

## Acciaio B450A

$f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm <sup>2</sup>

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10.0
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 2,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
per $\phi \leq 10 \text{ mm}$	4 $\phi$	

I nodi (incroci) delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la UNI EN ISO 15630-2, pari ad almeno il 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore con il valore nominale di 450 MPa.

#### Barre zincate a caldo

E' ammesso l'uso di acciai zincati purché le loro caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche, accertate dopo la zincatura, siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai nomali.

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere conformi alla norma UNI 10622 (barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo) e avere tenori di silicio e fosforo tali per cui il valore del "silicio equivalente  $Si_{eq}$ ", definito convenzionalmente dalla citata norma, sia  $\leq 0,35\%$  (quando  $0,12 \leq Si \leq 0,26\%$  e  $P \leq 0,045\%$ ); possono altresì essere ritenuti idonei alla zincatura gli acciai a tenore di silicio equivalente  $\leq 0,11\%$  (quando  $Si \leq 0,4\%$ ).

Inizialmente gli elementi da zincare vengono sottoposti ad un trattamento preliminare, che comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento. Successivamente gli stessi vengono immersi nel bagno di zinco fuso.

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, secondo la norma UNI EN 1179. Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710 e 723 °K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 °K.

Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco: la massa di zinco per unità di superficie (espressa in g/mq) non deve essere minore di 468 g/mq ( $\cong 65 \mu m$ ) per il tondo di diametro 5 mm e di 540 g/mq ( $\cong 75 \mu m$ ) per diametri maggiori e comunque non superiore 1070 g/mq ( $\cong 150 \mu m$ ).

Dopo l'immersione nel bagno di zinco fuso, il prodotto può essere sottoposto ad un'azione di asciugatura con aria compressa e/o con vapore per rimuovere il metallo fuso in eccesso dalla superficie e per meglio garantire la continuità e l'uniformità dello spessore del rivestimento di zinco.

Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco (formazione della cosiddetta "ruggine bianca").

Le caratteristiche del rivestimento finito dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- Aspetto: il rivestimento sui prodotti zincati a caldo deve essere compatto ed uniforme, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere; possono essere ammesse delle discontinuità nello spessore di zinco con ispessimenti, in particolare alla base delle nervature, pur nel rispetto dei parametri di forma delle norme di prodotto di riferimento per barre ad aderenza migliorata;
- Adesione: il rivestimento di zinco deve essere ben aderente alle barre di armatura, in modo da non poter essere rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera;
- Massa di zinco: la massa di zinco per unità di superficie dovrà corrispondere ai requisiti del punto 6.3.4 delle norme UNI 10622;
- Continuità del rivestimento: la continuità del rivestimento deve essere tale che il valore caratteristico dello spessore del rivestimento sia maggiore o uguale a 360 g/mq (circa 50  $\mu m$ ).

In seguito alle operazioni di zincatura, le barre non devono presentarsi incollate fra loro; barre eventualmente incollate fra di loro e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori. Quando la zincatura è effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura e gli eventuali tagli dovranno essere trattati con ritocchi di *primer* zincante organico bicomponente dello spessore di 80÷100 µm.

Per la realizzazione delle armature è ammesso l'impiego di acciai inossidabili, purchè le caratteristiche meccaniche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai ordinari da c.a. di cui allo specifico paragrafo dell'articolo sui materiali (in questo caso nelle tabelle, al termine  $f_t$ , relativo alla tensione di rottura, andrà sostituito il termine  $f_{7\%}$ , ossia la tensione corrispondente ad un allungamento  $A_{gt} = 7\%$ ).

Nel rispetto di quanto sopra detto, gli acciai inossidabili dovranno essere del tipo austenitico, denominati con le sigle 1.4306 e 1.4435 della classificazione UNI EN 10088.

La composizione chimica (analisi di colata) degli acciai inossidabili per c.a. sarà quella prevista al prospetto 3 delle norma UNI EN 10088, di cui si riporta uno stralcio:

Sigla UNI EN 10088	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo
1.4306	≤ 0,03%	≤ 2,0%	≤ 1,0%	≤ 0,045%	≤ 0,03%	18÷20	10÷12	-
1.4435	≤ 0,03%	≤ 2,0%	≤ 1,0%	≤ 0,045%	≤ 0,03%	17÷19	12.5÷15	2.5 ÷ 3

La saldabilità di tali acciai va documentata attraverso prove di saldabilità certificata da un laboratorio autorizzato ed effettuate secondo gli specifici procedimenti di saldatura, da utilizzare in cantiere o in officina, previsti dal produttore. Dovranno inoltre risultare positivi gli esiti delle seguenti prove:

- piegamento e raddrizzamento su mandrino;
- indice di aderenza eseguito secondo il metodo "*beam test*".

Per i controlli da effettuare in cantiere vale quanto previsto per le armature realizzate con acciaio ordinario.

### 2.3.15.3 Acciaio ad elevato limite elastico per le armature di precompressione del calcestruzzo

#### Norme da osservare

Gli acciai per armature da precompressione devono rispettare principalmente il D.M. 14/01/2008. Le loro caratteristiche devono essere accertate in conformità alle norme UNI EN 15630-3 (metodi di prova: acciaio per calcestruzzo armato precompresso, UNI EN ISO 6892-1 (materiali metallici - prova di trazione: metodo di prova a temperatura ambiente), 6892-2 (materiali metallici - prova di trazione: metodo di prova a temperatura elevata). E' un importante riferimento anche la norma UNI EN 1992-1 (Eurocodice 2). I prodotti semilavorati (fili, trecce e trefoli) devono rispondere alle norme: UNI 7675 (fili per calcestruzzo armato precompresso), 7676 (trecce a 2-3 fili e trefoli a 7 fili per calcestruzzo armato precompresso).

#### Caratteristiche dell'acciaio

Non devono essere inferiori a quelle riportate nella seguente tabella:

Tipo di acciaio	Barre	Fili	Trefoli	Trefoli a fili sagomati	Trecce
-----------------	-------	------	---------	-------------------------	--------

Tipo di acciaio	Barre	Fili	Trefoli	Trefoli a fili sagomati	Trecce
Tensione caratteristica di rottura $f_{ptk}$ (MPa)	≥ 1000	≥ 1570	≥ 1860	≥ 1820	≥ 1900
Tensione caratteristica allo 0.1% di deformazione residua $f_{p(0.1)k}$ (MPa)	---	≥ 1420	---	---	---
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale $f_{p(1)k}$ (MPa)	---	---	≥ 1670	≥ 1620	≥ 1700
Tensione caratter. di snervamento $f_{pyk}$ (MPa)	≥ 800	---	---	---	---
Allungam. sotto carico massimo $A_{gt}$ (MPa)	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5

### Prodotti semilavorati

L'acciaio per armature da precompressione è generalmente fornito sotto forma di uno dei seguenti prodotti semilavorati:

- Filo: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli;
- Barra: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma rettilinea;
- Treccia: 2 o 3 fili avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale;
- Trefolo: fili avvolti ad elica intorno ad un filo rettilineo, in modo da ricoprirlo completamente.

I fili possono essere tondi o di altra forma e, come già detto, non è consentito l'impiego di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pretese.

Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, con risalti.

La marcatura dei prodotti sarà generalmente costituita da sigillo o etichettatura sulle legature e dovrà essere conforme a quanto previsto dalle norme vigenti.

Gli acciai possono essere forniti in rotoli (fili, trecce, trefoli), in bobine (trefoli), in fasci (barre).

I fili devono essere forniti in rotoli di diametro tale che all'atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10 m, non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm; il produttore deve indicare il diametro minimo di avvolgimento.

Ciascun rotolo di filo deve essere esente da saldature; sono tuttavia ammesse le saldature di fili destinati alla produzione di trecce e di trefoli, ma soltanto se effettuate prima della trafilatura.

Non sono ammesse, per i trefoli, saldature durante l'operazione di cordatura.

Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80÷100 cm.

I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi. Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera, per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili e pieghe.

#### **2.3.15.4 Acciaio ordinario da costruzione (o "per impieghi strutturali" o "da carpenteria")**

##### Norme da osservare

Saranno impiegati esclusivamente acciai da costruzione provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo, secondo le norme armonizzate europee specifiche di ogni loro tipologia.

Le norme vigenti che devono essere rispettate sono assai numerose; se ne indicano le principali: **UNI EN 1090-1** (esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio: requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali) e 1090-2 (esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio: requisiti tecnici per strutture di acciaio), D.M. 14/01/2008, UNI EN 1992 (Eurocodice 2), 1993 (Eurocodice 3), **10025-1** (prodotti laminati a caldo: condizioni tecniche generali di fornitura), 10025-2÷6 (prodotti laminati a caldo), 10027-1 (designazione simbolica), 10027-2 (designazione numerica), 10149-1 (prodotti piani ad alto limite per formatura a freddo), **10210-1** (profilati cavi finiti a caldo), **10219-1** (profilati cavi formati a freddo), **10224** (tubi e raccordi per liquidi acquosi), **10255** (tubi), **10311** (giunzioni di tubi per liquidi acquosi), **10340** (getti di acciaio), **10343** (acciai da bonifica), 10346 (acciai rivestiti per immersione a caldo in continuo).

Per le prove si citano le norme: UNI EN ISO 6892-1 (materiali metallici - prova di trazione: metodo di prova a temperatura ambiente), 6892-2 (materiali metallici - prova di trazione: metodo di prova a temperatura elevata).

Una elencazione assai estesa delle norme vigenti, relativa agli acciai da costruzione ed alla loro componentistica, è riportata nella citata norma UNI EN 1090-2. Dalla medesima si riportano più avanti tre tabelle, relative rispettivamente ai seguenti tipi di acciaio da costruzione:

- acciai al carbonio;
- acciai per nastri e lamiere idonei alla formatura a freddo;
- acciai inossidabili.

L'acciaio da impiegarsi sarà comunque esente da scorie, soffiature, saldature (eccettuate quelle previste dal prodotto semilavorato) e da qualsiasi altro difetto, risponderà alle norme tecniche in vigore e sarà correntemente designato secondo la norma UNI EN 10027-1 (come più avanti riportato), alla quale si riferiscono le successive tabelle nn. 4 e 5, relative agli acciai per impieghi strutturali.

1 - Norme relative agli acciai al carbonio da costruzione

Products	Technical delivery requirements	Dimensions	Tolerances
I and H sections	EN 10025-1 and EN 10025-2 EN 10025-3 EN 10025-4 EN 10025-5 EN 10025-6 As relevant	Not available	EN 10034
Hot-rolled taper flange I sections		Not available	EN 10024
Channels		Not available	EN 10279
Equal and unequal leg angles		EN 10056-1	EN 10056-2
T Sections		EN 10055	EN 10055
Plates, flats, wide flats		Not applicable	EN 10029 EN 10051
Bars and rods		EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061	EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061
Hot finished hollow sections	EN 10210-1	EN 10210-2	EN 10210-2
Cold formed hollow sections	EN 10219-1	EN 10219-2	EN 10219-2

NOTE EN 10020 gives definitions and classifications of grades of steel. Steel designations by name and number are given in EN 10027-1 and -2 respectively.

2 - Norme relative agli acciai per nastri e lamiere idonei alla formatura a freddo

Products	Technical delivery requirements	Tolerances
Non-alloy structural steels	EN 10025-2	EN 10051
Weldable fine grain structural steels	EN 10025-3, EN 10025-4	EN 10051
High yield strength steels for cold forming	EN 10149-1, EN 10149-2, EN 10149-3, EN 10268	Not available
Cold reduced steels	ISO 4997	EN 10131
Continuously coated hot dip coated steels	EN 10292, EN 10326, EN 10327	EN 10143
Continuously organic coated steel flat products	EN 10169-2, EN 10169-3	EN 10169-1
Narrow strips	EN 10139	EN 10048 EN 10140

3 - Norme relative agli acciai inossidabili

<b>Products</b>	<b>Technical delivery requirements</b>	<b>Tolerances</b>
Sheets, plates and strips	EN 10088-2	EN 10029, EN 10048, EN 10051, EN ISO 9445
Tubes (welded)	EN 10296-2	EN ISO 1127
Tubes (seamless)	EN 10297-2	
Bars, rods and sections	EN 10088-3	EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061
NOTE Steel designations by name and number are given in EN 10088-1.		

Designazione

La designazione di un acciaio per impieghi strutturali con codifica alfanumerica (UNI EN 10027-1, v. tabella completa più avanti riportata), per il Gruppo 1 (designazione in base all'impiego ed alle caratteristiche meccaniche o fisiche), è di norma la seguente (x = lettera, N = numero, A, B = gruppi simbolici alfanumerici):

$$x N A +B$$

x = S (acciaio per impiego strutturale), G (acciaio per getti);

N = tensione di snervamento minima prescritta per spessori  $\leq 16$  mm, espressa in N/mm<sup>2</sup>;

A = designazione della qualità relativamente ai valori di resilienza, ai trattamenti termici e ad altre caratteristiche (es. J, K, L = resilienze minime, W = acciaio autopassivante “cor-ten” o similare: v. nota);

+B = particolare designazione dello stato della fornitura, quanto a particolari requisiti, rivestimenti o trattamenti (es. +Z = zincato a caldo, +Q = calmato).

Per quanto riguarda il Gruppo 2 (designazione in base alla composizione della lega metallica), questa è impiegata per lo più per gli acciai speciali o quando è importante evidenziare aspetti legati al comportamento chimico (es. per gli acciai inossidabili).

La designazione degli acciai con codifica numerica (UNI EN 10027-2) è meno usata dell'altra: se ne riporta una tabella di raffronto per un certo numero di tipi di acciaio, con riportata anche la vecchia designazione di cui alla norma UNI 7070:

10027-1	10027-2	UNI 7070 (sup.)	10027-1	10027-2	UNI 7070 (sup.)
S235JR	1.0038	Fe 360 B	S275J2	1.0145	Fe 430 D
S235JO	1.0114	Fe 360 C	S355JR	1.0045	Fe 510 B
S235J2	1.0117	Fe 360 D	S355J0	1.0553	Fe 510 C
S275JR	1.0044	Fe 430 B	S355J2	1.0577	Fe 510 D
S275J0	1.0143	Fe 430 C	S355K2	1.0596	--

4 - Acciaio da costruzione – Esempificazione di acciai con relative norme di riferimento

Examples of steel names for structural steels	
Standard	Steel name according to EN 10027-1
EN 10025-2	S235JR S355JR S355J0 S355J2 S355K2 S450J0
EN 10025-3	S355N S355NL
EN 10025-4	S355M S355ML
EN 10025-5	S235J0W S235J2W S355J0WP S355J2WP S355J0W S355J2W S355K2W
EN 10025-6	S460Q S460QL S460QL1
EN 10149-2	S355MC
EN 10149-3	S355NC
EN 10210-1	S355J2H
EN 10248-1	S355GP
EN 10326	S350GD S350GD+Z

## 5 - Acciaio da costruzione – Designazione secondo UNI EN 10027-1

Principal symbols		Additional symbols for steel		Additional symbols for steel products			
G		S		n n n an ..... +an +an ..... a			
Principal symbols		Additional symbols					
Letter	Mechanical property	For steel				For steel product	
		Group 1 <sup>b</sup>		Group 2 <sup>c,d</sup>			
G = steel casting (where necessary)  S = structural steel	nnn = specified minimum yield strength <sup>e</sup> in MPa <sup>f</sup> for the smallest thickness range	Impact property Energy Joules (J)		Test temperature °C	C = Special cold forming D = Hot dip coating E = Enamelling F = Forgings H = Hollow section L = Low temperature M = Thermomechanically rolled N = Normalised or normalised rolled P = Sheet piling Q = Quenched and tempered S = Ship building T = Tubes W = Weather resistant  an = Chemical symbol of specified additional elements, e.g. Cu, together, where necessary, with a single digit representing 10 x the average (rounded to 0,1%) of that specified range of the content of that element	Tables 16, 17 and 18	
		27J	40J				60J
		JR	KR	LR			0
		J0	K0	L0			-20
		J2	K2	L2			-30
		J3	K3	L3			-40
		J4	K4	L4			-50
		J5	K5	L5			-60
		J6	K6	L6			
		A = Precipitation hardening M = Thermomechanically rolled N = Normalised or normalised rolled Q = Quenched and tempered G = Other characteristics followed, where necessary by 1 or 2 digits					
<sup>a</sup> n = numerical characters, a = alpha characters, an = alphanumeric characters. <sup>b</sup> Symbols A, M, N and Q in Group 1 apply to fine grain steels. <sup>c</sup> Symbols of Group 2, other than chemical symbols, may be suffixed by one or two digits in order to distinguish between qualities in accordance with the relevant product standard. <sup>d</sup> If two of the symbols of this Group are needed the chemical symbol shall be the last one. <sup>e</sup> The term "yield strength" refers to upper or lower yield strength ( $R_{eH}$ ) or ( $R_{eL}$ ) or proof strength ( $R_p$ ), or proof strength total extension ( $R_t$ ) depending on the requirement specified in the relevant product standard. <sup>f</sup> 1 MPa = 1 N/mm <sup>2</sup> .							

Caratteristiche del materiale e delle forniture

La norma fondamentale è la UNI EN 10025 (prodotti laminati a caldo per impieghi strutturali), che è divisa nelle seguenti parti:

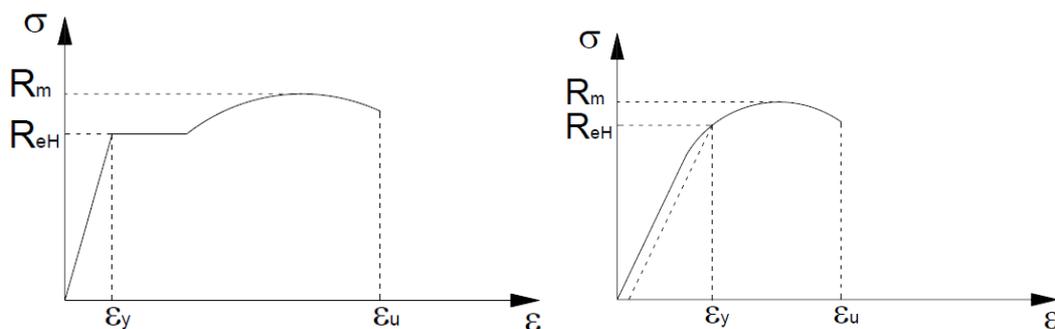
– Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura

Concerne gli acciai per prodotti piani e lunghi laminati a caldo. Sono gli acciai che costituiscono i prodotti ottenuti mediante laminazione a caldo, quali: travi laminate, travi integrate, travi alveolari, prodotti piani purchè laminati a caldo. Le possibili condizioni di fornitura sono legate al procedimento produttivo utilizzato:

- AR: acciaio grezzo di laminazione *as rolled*;
- N: acciaio di laminazione normalizzata;
- M: acciaio di laminazione termomeccanico;
- W: acciaio con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica (*weathering steel*, ex “cor-ten”<sup>(2)</sup>). Nel seguito del presente Capitolato denominato per brevità “autopassivante”;
- Q: acciaio ad alto limite di snervamento, bonificato (*quenched and tempered*).

Caratteristiche meccaniche fondamentali degli acciai, con riferimento ai due diagrammi tipici tensione-deformazione sotto riportati, rispettivamente per acciai “non legati” (o “basso legati” o “a basso tenore di carbonio”) e “legati” (o “altolegati” o “ad alto tenore di carbonio” – in questo caso è  $R_{eH} = R_{p0,2}$ ):

- carico unitario minimo di snervamento:  $R_{eH}$  [N/mm<sup>2</sup>];
- modulo di elasticità:  $E$  [N/mm<sup>2</sup>];
- allungamento minimo a rottura:  $A$  [%];
- resistenza minima di trazione a rottura:  $R_m$  [N/mm<sup>2</sup>];
- resilienza (o energia di rottura):  $KV$  [J].



– Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali

Gli acciai non legati sono forniti di norma nelle condizioni: AR, N o M.

Le loro caratteristiche meccaniche principali sono le seguenti:

Resilienza		
min. 27 J	min. 40 J	Temp. °C
JR	KR	20
J0	K0	0
J2	K2	-20
J3	K3	-30
J4	K4	-40

<sup>(2)</sup> *Weathering steel*, o *weather resistant steel*, è la nuova denominazione internazionale dell'acciaio meglio noto come “cor-ten” (scritto anche senza trattino). L'acronimo sta per *corrosion resistance – tensile strenght*. La USS Corp. (*United States Steel Corporation*), che ha inventato questo acciaio, possiede il marchio COR-TEN®, anche se a suo tempo ne ha ceduto il brevetto di produzione ad *International Steel Group*, successivamente divenuto Arcelor-Mittal. La stessa USS lo continua tuttavia a produrre e commercializzare correntemente. Il principio che regola il funzionamento di questo acciaio, se esposto all'aria, si basa sulla iniziale formazione di uno strato superficiale di ossidi, con buone caratteristiche di uniformità e di resistenza, che protegge il materiale sottostante dall'avanzamento della corrosione. E' prodotto comunemente nei gradi A (fino a spessori di circa 12 mm, più resistente alla corrosione), B e C (per tutti gli impieghi strutturali). Sono tuttavia in commercio tipi di acciaio di caratteristiche simili, denominati con marchi diversi o comunque aventi composizione non identica.

Designazione	ReH (MPa)								
	Spessori nominali (mm)								
	<16	16 - 40	40 - 63	63 - 80	80 - 100	100 - 150	150 - 200	200 - 250	250 - 400
S235JR(J0/J2)	235	225	215	215	215	195	185	175	165 (solo J2)
S275JR(J0/J2)	275	265	255	245	235	225	215	205	195 (solo J2)
S355JR(J0/J2/K2)	355	345	335	325	315	295	285	275	265 (solo J2/K2)
S450J0	450	430	410	390	380	380	-	-	-

Designazione	Rm (MPa)				
	Spessori nominali (mm)				
	<3	3 < t < 100	100 < t < 150	150 < t < 250	250 < t < 400
S235JR(J0/J2)	da 360 a 510	da 360 a 510	da 350 a 500	da 340 a 490	da 330 a 480 (solo J2)
S275JR(J0/J2)	da 430 a 580	da 410 a 560	da 400 a 540	da 380 a 540	da 380 a 540 (solo J2)
S355JR(J0/J2/K2)	da 510 a 680	da 470 a 630	da 450 a 600	da 450 a 600	da 450 a 600 (solo J2/K2)
S450J0	-	da 550 a 720	da 530 a 700	-	-

- Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato

Sono definiti come quegli acciai aventi struttura del grano con un indice equivalente della grossezza del grano ferritico  $> 6$ , determinato in conformità alla EN ISO 643.

Le loro caratteristiche meccaniche principali sono le seguenti:

Resilienza: grado L ( $KV \geq 60$  J) con utilizzi a  $T \geq -50$  °C.

Designazione (EN 10027)	ReH (MPa)								Rm (Mpa)		
	Spessori nominali (mm)								Spessori nominali (mm)		
	<16	>16 <40	>40 <63	>63 <80	>80 <100	>100 <150	>150 <200	>200 <250	<100	>100 <200	>200 <250
S275N(NL)	275	265	255	245	235	225	215	205	da 370 a 510	da 350 a 480	da 350 a 480
S355N(NL)	355	345	335	315	315	295	285	275	da 470 a 630	da 450 a 600	da 450 a 600
S420N(NL)	420	400	390	360	360	340	330	320	da 520 a 680	da 500 a 650	da 500 a 650
S460N(NL)	460	440	430	400	400	380	370	-	da 540 a 720	da 530 a 710	-

- Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termo meccanica

Le loro caratteristiche meccaniche principali sono le seguenti:

Resilienza: grado L ( $KV \geq 60$  J) con utilizzi a  $T \geq -50$  °C.

Designazione (EN 10027)	ReH (MPa)						Rm (Mpa)				
	Spessori nominali (mm)						Spessori nominali (mm)				
	<16	>16 <40	>40 <63	>63 <80	>80 <100	>100 <120	<40	>40 <63	>63 <80	>80 <100	>100 <120
S275M(ML)	275	265	255	245	245	240	370 - 530	360 - 520	350 - 510	350 - 510	350 - 510
S355M(ML)	355	345	335	325	325	320	470 - 630	450 - 610	440 - 600	440 - 600	430 - 590
S420M(ML)	420	400	390	380	370	365	520 - 680	500 - 660	480 - 640	470 - 630	460 - 620
S460M(ML)	460	440	430	410	400	385	540 - 720	530 - 710	510 - 690	500 - 680	490 - 660

- Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

La loro designazione tipica è: S nnn [indicaz. resilienza] WP+[AR o N] (P indica un tenore di fosforo maggiorato).

Le loro caratteristiche meccaniche principali sono le seguenti:

Resilienza come per Parte 2.

Designazione (EN 10027)	ReH (MPa)						Rm (Mpa)		
	Spessori nominali (mm)						Spessori nominali (mm)		
	<16	16 - 40	40 - 63	63 - 80	80 - 100	100 - 150	<3	3 - 100	100 - 150
S235J0(J2)W	235	225	215	215	215	195	360 - 510	360 - 510	350 - 500
S355J0(J2)WP	355	345	-	-	-	-	510 - 680	470 - 630	-
S355J0(J2/K2) W	355	345	335	325	315	295	510 - 680	470 - 630	450 - 600

- Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciai per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento allo stato bonificato

Le loro caratteristiche meccaniche principali sono le seguenti:

Resilienza	
L	per la qualità con i valori minimi specificati di resilienza a temperature non minori di -40°C
L1	per la qualità con i valori minimi specificati di resilienza a temperature non minori di -60 °C

Designazione (EN 10027)	ReH (MPa)			Rm (Mpa)		
	Spessori nominali (mm)			Spessori nominali (mm)		
	3 < t < 50	50 < t < 100	100 < t < 150	3 < t < 50	50 < t < 100	100 < t < 150
S460Q (QL/QL1)	460	440	400	da 550 a 720		da 500 a 670
S500Q (QL/QL1)	500	480	440	da 590 a 770		da 540 a 720
S550Q (QL/QL1)	550	530	490	da 640 a 820		da 590 a 770
S620Q (QL/QL1)	620	580	560	da 700 a 890		da 650 a 830
S690Q (QL/QL1)	690	650	630	da 770 a 940	da 760 a 930	da 710 a 900
S890Q (QL/QL1)	890	830	-	da 940 a 1000	da 880 a 1100	-
S960Q (QL)	960	-	-	da 980 a 1150	-	-

### 2.3.16 Acciaio inossidabile

Si faccia riferimento anche all'ultima delle tabelle riportate al punto precedente.

Saranno impiegati esclusivamente acciai inossidabili provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: **UNI EN 502** (elementi non autoportanti per coperture), **508-3** (elementi autoportanti per coperture), **1124-1** (tubi e raccordi saldati con giunto a bicchiere per acque reflue), **1993-1-4** (Eurocodice 3: regole supplementari per acciai inossidabili), **10028-7** (prodotti piani per recipienti a pressione), **10088-1** (lista acciai), **10088-2** (condizioni tecniche di fornitura per lamiere, fogli e nastri, per impieghi generali), **10088-3** (condizioni tecniche di fornitura per semilavorati, barre, vergella, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo, per impieghi generali), **10088-4** (condizioni tecniche di fornitura per fogli, lamiere e nastri, per impieghi nelle costruzioni), **10088-5** (condizioni tecniche di fornitura per barre, vergelle, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo, per impieghi nelle costruzioni), **10216-5** e **10217-7** (tubi saldati per impieghi a pressione), **10250** (elementi fucinati), **10264** (fili), **10312** (tubi saldati per liquidi acquosi incluso acqua potabile), **UNI EN ISO 1127** (tolleranze per tubi), **9444-2** (tolleranze per nastri larghi, fogli e lamiere da coils a caldo), **9445** (tolleranze per nastri e lamiere da coils a freddo), **18286** (tolleranze per lamiere laminate a caldo).

In aggiunta alla classificazione UNI EN potrà essere usata anche la classificazione AISI (*American Iron and Steel Institute*).

### 2.3.17 Ghisa

La ghisa è una lega ferro-carbonio a tenore di carbonio relativamente alto ( $2,11\% < C < 6,67\%$  che è il limite di saturazione), ottenuta per riduzione o comunque trattamento a caldo dei minerali di ferro.

L'impiego principale della ghisa è quello intermedio nella produzione di acciaio, che si ottiene per decarburazione della stessa ghisa in apparecchiature dette convertitori in cui viene insufflato ossigeno o aria. Rispetto all'acciaio dolce ( $C < 1,5\%$ ), la ghisa presenta maggiore durezza (e quindi maggior resistenza all'abrasione) e minore resilienza (e quindi maggiore fragilità). Inoltre ha un coefficiente di dilatazione termica più basso (0,000010 contro 0,000012), questa caratteristica, aggiunta all'effetto lubrificante del carbonio presente nella lega sotto forma di grafite, la rende adatta per accoppiamenti ove vi siano variazioni di temperatura. La presenza del carbonio in elevata quantità nella ghisa ha inoltre una notevole attività antiruggine, tale che spesso, specie negli arredi urbani, (panchine, fontanelle, tombini), possono essere verniciati non per particolare protezione ma solo per motivi estetici. La struttura molecolare discontinua della ghisa costituisce altresì uno smorzatore delle vibrazioni meccaniche.

In sostanza le caratteristiche che consentono il conveniente uso della ghisa in molte applicazioni sono:

- economicità nella produzione;
- resistenza all'usura;
- buona lavorabilità con macchine utensili;
- resistenza meccanica paragonabile all'acciaio;
- possibilità di realizzare forme molto complesse mediante semplice fusione;
- elevata durezza e resistenza a compressione;
- ottima colabilità.

La ghisa pertanto si presta di norma ad essere impiegata nelle costruzioni:

- per elementi massicci;
- per la realizzazione di tubazioni e relativi raccorderia, valvolame e simili;
- per la realizzazione di elementi minuti di finitura quali caditoie, chiusini, griglie e simili;
- per elementi di arredo o aventi finalità prevalentemente estetiche.

I tipi di ghisa normalmente impiegati sono i seguenti:

- ghisa lamellare, detta anche ghisa grigia (C compreso tra il 2.5% e il 4% in peso, Si tra l'1% e il 3% sempre in peso, P): più economica è però molto fragile e meno resistente proprio a causa della struttura grafitica lamellare;
- ghisa sferoidale, detta anche ghisa duttile (composizione non molto dissimile dalla precedente ma con assenza totale di carburi e con struttura grafitica di tipo sferoidale): è più duttile ed omogenea. Può a sua volta, a seconda della matrice entro cui si formano i noduli di grafite, essere di uno dei seguenti tre tipi:
  - ferritica;
  - ferritico-perlitica;
  - perlitica;
- ghisa bianca, detta anche ghisa “in conchiglia”, non contenente grafite ma soltanto cementite: è molto dura (fino a 500 gradi Brinell);

- ghisa malleabile, ottenuta dalla ghisa bianca con successivi trattamenti di malleabilizzazione.

Le principali normative di riferimento per la ghisa, in quanto materiale base, sono le seguenti: UNI 6047 (difetti), 7737 (ghisa austenitica), 7857 (ghisa speculare), UNI EN 1559-3 (condizioni tecniche di fornitura: requisiti aggiuntivi per getti), 1560 (designazione), 1561 (ghisa grigia), 1562 (ghisa malleabile), 1563 (ghisa sferoidale), 1564 (ghisa ausferritica sferoidale), 12513 (ghisa resistente all'abrasione), 12680-3 (controllo ultrasonico su getti: ghisa sferoidale), 16079 (ghisa a grafite compatta o vermicolare), 16124 (ghisa ferritica sferoidale debolmente legata per impieghi ad alte temperature), UNI CEN/TR 10261 (metodi disponibili per l'analisi chimica), UNI EN ISO 14284 (acciaio e ghisa - campionamento e preparazione dei campioni per la determinazione della composizione chimica).

Secondo le norme, la ghisa viene designata con la sigla GJ, seguita dalla lettera: L se trattasi di ghisa lamellare, S se trattasi di ghisa sferoidale. Il gruppo di lettere è seguito da un numero che indica la resistenza minima a trazione in MPa (es. GJL-250).

Per quanto riguarda le applicazioni della ghisa, oltre alle tubazioni di cui allo specifico punto, si citano qui gli elementi di chiusura e di finitura posti a filo ed all'interno di aree sottoposte al transito di pedoni e/o automezzi (ad es.: chiusini, griglie, caditoie). Questi sono sottoposti alla norma UNI EN 124:1995 (dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli - principi di costruzione, prove di tipo, marcatura, controllo di qualità), che al momento è sottoposta a revisione e non risulta ancora armonizzata (e quindi non obbliga alla marcatura CE dei prodotti).

### **2.3.18 Zincatura a caldo dei componenti in acciaio o ghisa**

Quando ciò sia previsto in progetto profilati, lamiere e tubi d'acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovranno essere approvvigionati già zincati per immersione in zinco fuso, secondo le norme UNI EN 10346 (prodotti piani rivestiti per immersione in continuo), UNI EN ISO 14713-1 (linee guida: progettazione), 14713-2 (zincatura a caldo), 14713-3 (linee guida: "sherardizzazione"), 1461 (specificazioni e metodi di prova), con prove secondo le norme UNI EN ISO 1460, 1461 e 2178, materiale di apporto (zinco) secondo la norma UNI EN 1179 e corrosione valutata secondo norme ISO, delle quali si cita soltanto la ISO 9223 (*Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Classification, determination and estimation*).

La prima delle suddette norme specifica i requisiti per i prodotti rivestiti per immersione a caldo in continuo di:

- acciai a basso tenore di carbonio, idonei alla formatura a freddo;
- acciai per costruzione;
- acciai ad alto limite di snervamento per formatura a freddo rivestiti con zinco (Z), lega zinco-ferro (ZF), lega zinco-alluminio (ZA), lega alluminio-zinco (AZ) e lega alluminio-silicio (AS),

e per i prodotti rivestiti per immersione a caldo in continuo di:

- acciai multifase idonei alla formatura a freddo e rivestiti con zinco (Z), lega zinco-ferro (ZF) o lega zinco-alluminio (ZA), con spessori da 0,35 mm fino a 3 mm inclusi se non diversamente concordato. Lo spessore è lo spessore finale del prodotto fornito, dopo l'applicazione del rivestimento. Si applica ai nastri di tutte le larghezze, alle lamiere da essi derivate e alle bandelle.

La massa specifica dello zinco del rivestimento è considerata pari a 7,2 g/cm<sup>3</sup>.

La quantità minima di zinco apportata sul materiale sottoposto al trattamento, determinata a spessore (µm) e a massa per unità di area (g/m<sup>2</sup>), su campioni prelevati secondo la norma UNI EN ISO 1461, salvo diverse prescrizioni deve essere pari almeno a quella indicata nelle seguenti tabelle,

costruite per una durabilità rapportata all'importanza ed allo spessore degli elementi, in condizioni di aggressività atmosferica media:

**Masse minime di rivestimento (in relazione agli spessori) su campioni non centrifugati <sup>a)</sup>**

Articolo e suo spessore	Rivestimento locale (minimo) <sup>b)</sup>		Rivestimento medio (minimo) <sup>c)</sup>	
	g/m <sup>2</sup>	µm	g/m <sup>2</sup>	µm
Acciaio ≥ 6 mm	505	70	610	85
Acciaio ≥ 3 mm fino a < 6 mm	395	55	505	70
Acciaio ≥ 1,5 mm fino a < 3 mm	325	45	395	55
Acciaio < 1,5 mm	250	35	325	45
Fusioni di ghisa ≥ 6 mm	505	70	575	80
Fusioni di ghisa < 6 mm	430	60	505	70

**Masse minime di rivestimento (in relazione agli spessori) su campioni centrifugati <sup>a)</sup>**

Articolo e suo spessore	Rivestimento locale (minimo) <sup>b)</sup>		Rivestimento medio (minimo) <sup>c)</sup>	
	g/m <sup>2</sup>	µm	g/m <sup>2</sup>	µm
Articoli filettati:				
diametro ≥ 20 mm	325	45	395	55
diametro ≥ 6 mm fino a < 20 mm	250	35	325	45
diametro < 6 mm	145	20	180	25
Altri articoli (comprese fusioni di ghisa):				
≥ 3 mm	325	45	395	55
< 3 mm	250	35	325	45

- a) Il procedimento di centrifugazione tende ad eliminare qualunque eccedenza di metallo di apporto dalle superfici trattate. Caso tipico è costituito dalle filettature.
- b) Valore medio dello spessore del rivestimento ottenuto dal numero specificato di misurazioni entro un'area di riferimento per una prova magnetica (misura dello spessore) o il singolo valore per una prova gravimetrica (misura della massa).
- c) Valore medio dello spessore o della massa locali del rivestimento, su un grande articolo o su tutti gli articoli nel campione per il controllo. Può essere calcolato anche per conversione dello spessore medio misurato.

Per una valutazione approssimativa della durabilità degli elementi zincati esposti all'aria, si può fare riferimento alla seguente tabella:

Aggressività ambientale (ISO 9223)	Categoria di corrosività (UNI EN ISO 14713-1 – ISO 9223)	Diminuzione media annua dello spessore del rivestimento [µm] (UNI EN ISO 14713-1)
C1 - Molto bassa	Interno: asciutto	< 0,1
C2 - Bassa	Interno: condensa occasionale Esterno: area rurale esposta nell'entroterra	0,1 ÷ 0,7
C3 - Media	Interno: alta umidità, leggero inquinamento dell'aria	0,7 ÷ 2

	Esterno:	area entroterra urbana o costiera temperata	
C4 - Alta	Interno:	alta umidità, leggero inquinamento dell' aria	2 ÷ 4
	Esterno:	area entroterra urbana o costiera temperata	
C5 – Molto alta	Esterno:	area industriale con alta umidità o area costiera ad alta salinità	4 ÷ 8
CX – Molto alta	Esterno:	condense permanenti e/o elevato inquinamento da attività produttive	8 ÷ 25
Im2 – Molto alta		Acqua marina in regioni temperate	10 ÷ 20

Durante l' estrazione dei pezzi dalla vasca, può accadere che lo zinco fluido, gocciolando, indurisca formando leggeri ispessimenti, gocciolature, piccole membrane. Generalmente, se tali difetti hanno dimensioni modeste e non creano problemi al manufatto, possono essere tollerati. Tuttavia, qualora le parti zincate debbano essere assemblate o montate in maniera precisa e comunque in caso di difficoltà, i sovrappessori e gli accumuli devono essere rimossi con idonee modalità, in stabilimento o in cantiere.

In ogni caso le imperfezioni vanno eliminate quando sono acuminatae, poiché in fase di trasporto, montaggio o utilizzo, potrebbero causare ferite agli operatori oppure staccarsi, lasciando scoperto l'acciaio.

Qualora vi siano elementi filettati, occorre provvedere, con idonee modalità (es. centrifugazione post-bagno o fiammatura) a che il rivestimento si presenti perfettamente uniforme e del dovuto spessore o, in alternativa (purché ciò sia previsto in progetto o autorizzato dalla Direzione Lavori) evitando del tutto che la filettatura risulti zincata.

Nelle operazioni di zincatura, deve essere in particolare evitata l'inclusione di sali di flussaggio che, ove si presenti, deve essere rimossa con accuratezza e deve essere seguita da un trattamento di riparazione dello strato, tramite vernici ad alto tenore di zinco, spray, ovvero tramite metallizzazione o riporto di zinco con barrette di lega a basso punto di fusione. Stesso destino per le piccole aree che per diversi motivi dovessero risultare non ricoperte dallo zinco.

Le aree riparate non possono superare in totale lo 0.5% della superficie del manufatto ed ogni singola area da riparare non può superare i 10 cm<sup>2</sup> di estensione, secondo la norma UNI EN ISO 1461.

Deve essere tenuto debito conto della possibilità di corrosione galvanica dello zinco, evitando comunque nel modo più assoluto il contatto con il rame. Analogamente, quando ciò non sia previsto progettualmente o avvenga in modo volontario e controllato, deve essere evitato il contatto con sostanze acide o comunque corrosive per lo zinco e con materiali in grado di rilasciare, nel tempo di vita utile della struttura, tali sostanze.

Deve altresì essere evitato il permanere di elementi zincati, soprattutto se da poco tempo, in condizioni di umidità elevata e scarsa ventilazione (es. fittamente accatastati e/o coperti con teli impermeabili, in condizioni di elevata umidità ambientale), per prevenire la formazione della cosiddetta "ruggine bianca" (idrossido di zinco).

In ogni caso gli elementi trattati, all'atto della posa in opera, devono risultare dotati di un rivestimento in ottime condizioni di conservazione).

### 2.3.19 Alluminio e sue leghe

Le norme che riguardano questi materiali sono numerosissime e inerenti i vari aspetti metallurgici ed applicativi. Devono nondimeno essere applicate integralmente nella produzione e predisposizione dei materiali da impiegare nelle opere da realizzare. In particolare devono essere impiegati, per la realizzazione delle strutture, componenti strutturali dotati di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alla norma **UNI EN 1090-1** (esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio: requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali) e 1090-3 (esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio: requisiti tecnici per le strutture di alluminio).

Si riportano qui alcune tra le principali ulteriori norme da osservare, riguardanti l'alluminio e le leghe di alluminio per applicazioni nel campo dell'ingegneria civile ed impiantistica, divise per argomenti:

- Produzione: UNI 11245 (leghe per trattamento superficiale), UNI EN 575 (leghe ottenute per fusione), 12681 (radiografie in fonderia);
- Prodotti: **UNI EN 485** (lamiere, nastri, piastre), 486 (billette), 487 (placche da laminazione), 507 (elementi per coperture non autoportanti), 508-2 (elementi per coperture autoportanti), 573 (composizione chimica e forma prodotti), 586 (fucinati), 603 (semilavorati per fucinatura), 604, 1559-4 e 1706 (getti), 754 (barre e tubi trafilati a freddo), 755 (barre, tubi e profilati estrusi), 1301 (filo trafilato), 1386 (lamiere goffrate), 1396 (lamiere e nastri trattati, in coils), 1592 (tubi elettrosaldati), 1715 (vergella), 10143 (lamiere sottili e nastri con rivestimento a caldo in continuo), 12020 (profilati di precisione estrusi), 13957 (tubi tondi estrusi), 13958 (tubi tondi trafilati), 14121 (prodotti per applicazioni elettrotecniche), **15088** (applicazioni strutturali), UNI 3952 (serramenti), 10429 (getti pressofusi), 10569 (getti pressocolati);
- Trattamenti: UNI 7796 (anodizzazione a spessore), 9921 (cromatazione e fosfocromatazione), 10681 (strati di ossido decorativi), 11246 (trattamento anti-graffiti), UNI/TS 11398 (verniciatura per getti), UNI EN 1456 (rivestimenti elettrolitici), 12206 (rivestimenti a polvere), 12487 (rivestimenti cromati), UNI EN ISO 7599 (anodizzazione);
- Applicazioni: **UNI EN 40-6** (pali per illuminazione), 1011-4 (saldature), 12258 (termini e definizioni), 12517 (accettazione giunti saldati), 13981 (applicazioni ferroviarie strutturali), 15530 (aspetti ambientali), UNI EN ISO 9692-3, 10042, 13919-2, 14327, 14532, 15614, 18594, 18595 e 18723 (saldature);
- Controlli e prove: UNI 3345-5, 4115, 9834, 10731, 10733, UNI/TS 11398, UNI EN 12681, UNI EN ISO 1669, 2085, 2106, 2128, 2143, 2376, 2931, 3210, 3211, 3613, 6581, 6719, 7668, 7759, 7799, 8251, 8993, 8994, 10215, 11846, 14242, 14726, 15329, 18595;
- Progettazione: UNI EN 1999 (Eurocodice 9: strutture di alluminio), CNR-DT 208/2011 del 08/11/2011 (istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di strutture di alluminio).

### 2.3.20 Rame e sue leghe

Le norme che riguardano questi materiali sono numerosissime e inerenti i vari aspetti metallurgici ed applicativi. Devono nondimeno essere applicate integralmente nella produzione e predisposizione dei materiali da impiegare nelle opere da realizzare. In particolare devono essere impiegati, per il trasporto di acqua e gas e quando previsto in progetto, tubi senza saldatura dotati di

marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo, in conformità alla norma **UNI EN 1057** (tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento).

Si riportano qui alcune tra le principali norme riguardanti il rame e le sue leghe, per applicazioni nel campo dell'ingegneria civile ed impiantistica, divise per argomenti:

- Prodotti: UNI EN 506 (elementi autoportanti per coperture), 1057 (tubi senza saldatura per acqua e gas), 1172 (lastre e nastri per edilizia), 7391 (PC per stampaggio e estrusione), 12166 (fili);
- Particolari applicazioni: UNI 10724 (sistemi di raccolta e smaltimento acque meteoriche con elementi discontinui), UNI 10372 (coperture con lastre metalliche).

Occorre fare particolare attenzione alle proprietà galvaniche del rame che, avendo potenziale elettrochimico molto alto, tende a determinare la corrosione dei metalli con i quali è a contatto. Per effettuare fissaggi e giunzioni occorre pertanto utilizzare lo stesso rame o metalli o leghe compatibili, quali l'ottone e l'acciaio inossidabile AISI 316 ed ogni qualvolta ciò non sia possibile, utilizzare opportuni elementi dielettrici di separazione.

### **2.3.21 Polimetilmetacrilato (PMMA), policarbonato (PC), polipropilene (PP) e altre materie plastiche**

Le norme che riguardano questi materiali sono numerosissime e inerenti i vari aspetti della produzione ed applicativi. Devono nondimeno essere applicate integralmente nella produzione e predisposizione dei materiali da impiegare nelle opere da realizzare. In particolare devono essere impiegati elementi in materiale plastico dotati di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo, in conformità alle norme seguenti: **UNI EN 1873** (cupole monolitiche di materiale plastico per coperture: specifica di prodotto e metodi di prova), **14471** (sistemi di camini con condotti interni di plastica: requisiti e metodi di prova), **14963** (lucernari continui di materiale plastico con o senza basamenti: classificazione, requisiti e metodi di prova).

Si riportano qui alcune tra le principali ulteriori norme da osservare riguardanti il PMMA ed altre materie plastiche, per applicazioni nel campo dell'ingegneria civile ed impiantistica, divise per argomenti, rimandando ai paragrafi specifici per particolari categorie di prodotti in plastica (ad es. membrane e geosintetici):

- Prodotti: UNI 10452 (lastre ondulate e alveolari trasparenti), UNI EN 1013 (lastre trasparenti a parete semplice), UNI EN ISO 1043 (termini e definizioni), 1873 (polipropilene per stampaggio e estrusione), 7823 (lastre in PMMA), 8257 (materiali a base di PMMA per stampaggio o estrusione), 11963 (lastre di PC), 14021 (etichettatura a fini ambientali);
- Prove: UNI 8068 (materiali cellulari rigidi: reazione al fuoco), UNI EN ISO 75 (temperatura di inflessione sotto carico), 178 (proprietà flessionali), 179-1 (resistenza all'urto), 306 (temperatura di rammollimento), 527 (resistenza a trazione), 1183-1 (metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari: metodo ad immersione, metodo del picnometro in mezzo liquido e metodo per titolazione), 1183-2 (metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari: metodo della colonna a gradiente di massa volumica), 1183-3 (metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari: metodo del picnometro a gas), 4589 (parti 1, 2, 3: comportamento al fuoco - indice di ossigeno), 8256 (resistenza ad urto-trazione), 9773 (comportamento al fuoco: contatto con piccola fiamma), 9969 (rigidezza anulare tubi), 10093 (prove al fuoco: sorgenti di accensione), 11925-2 (accendibilità dei prodotti sottoposti all'attacco diretto della fiamma: prova con l'impiego di una singola fiamma), 12017 (lastre estruse a doppia e tripla parete in PMMA), 15791 (prove al fuoco su una scala intermedia: guida generale), UL 94 (prove al fuoco).

Nell'uso delle materie plastiche deve essere posta particolare attenzione alle seguenti proprietà:

- durabilità, ovvero mantenimento nel tempo delle caratteristiche prestazionali, in funzione anche delle condizioni ambientali e del tipo di impiego previsti;
- sicurezza nei confronti delle persone e, in subordine, nei confronti delle cose, legata spesso alla possibilità di rottura fragile, con eventuale formazione di schegge ed alla sicurezza nei confronti della possibilità di incendio, ovvero al comportamento al fuoco delle materie plastiche, valutabile attraverso parametri quali l'emissione di fumi tossici e/o corrosivi, l'autoestinguenza e l'indice di ossigeno.

Per quanto riguarda in particolare il comportamento al fuoco, si deve tenere debito conto dell'eventuale aggiunta alle materie plastiche di ritardanti di fiamma, sostanze (in genere alogenati o fosforo) che, pur conferendo autoestinguenza ai materiali, durante la combustione danno origine a fumi tossici, opachi e corrosivi che possono causare danni a persone e cose.

A titolo esemplificativo si riporta la valutazione dell'autoestinguenza di alcune materie plastiche non modificate (secondo codifica internazionale) come da norme UL 94, tenendo conto che vale la seguente classificazione:

- provino in orizzontale e di spessore  $\leq 3$  mm:
  - classe HB (*Horizontal Burning*): brucia ad una velocità  $\leq 76$  mm/1';
- provino in verticale e di spessore specificato (3-6 mm), esposto dapprima a becco Bunsen per 10 s:
  - classe V0: la fiamma si estingue entro 10 secondi;
  - classe V1: la fiamma si estingue entro 30 secondi senza gocciolamento;
  - classe V2: la fiamma si estingue entro 30 secondi con gocciolamento.

Polimero	Cl. UL 94	Polimero	Cl. UL 94	Polimero	Cl. UL 94
PA6	HB - V2	PEI	V0	POM.h	HB
PA66	HB - V2	PPS GF40	V0	PET	HBP
PA66.6	HB - V2	PP	HB	PVDF	V0
PA6G	HB - V2	PE.300	HB	PTFE	V0
PA11	V2	PE.500	HB	PES	V0
PC	HB - V2	PE.1000	HB	PSU	HB - V2
PPOm	HB	PVC	HB		
ABS	HB	POM.c	HB		

Sempre a titolo esemplificativo si riporta la valutazione dell'indice di ossigeno (LOI: *Limiting Oxygen Index*) di alcune materie plastiche come sopra, come da norma UNI EN ISO 4589, tenendo conto che l'indice di ossigeno è la concentrazione minima di ossigeno in presenza della quale il campione di materiale riesce ad alimentare la combustione per 3 minuti o a bruciare per 50 mm. Più alto è il LOI minore è la probabilità di combustione.

Polimero	LOI	Polimero	LOI	Polimero	LOI
PTFE	92	PESU	38	PET	22
PVDF	43	PC	26	PP	18

<b>PI</b>	<b>36</b>	<b>PPO.m</b>	<b>31</b>	<b>PE</b>	<b>18</b>
<b>PSU</b>	<b>37</b>	<b>PA66</b>	<b>25</b>	<b>POM</b>	<b>16</b>

### 2.3.22 Legno

Per la realizzazione di strutture in legno saranno impiegati esclusivamente prodotti semilavorati provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: **UNI EN 13986** (pannelli a base di legno per l'utilizzo nelle costruzioni: caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura), **14080** (legno lamellare incollato: requisiti), **14081-1** (legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza: requisiti generali), **14081-2** (legno strutturale con sezione rettangolare classificato a macchina secondo la resistenza: requisiti aggiuntivi per le prove iniziali di tipo), **14081-4** (legno strutturale con sezione rettangolare classificato a macchina secondo la resistenza: regolazioni per i sistemi di controllo a macchina), **14081-3** (legno strutturale con sezione rettangolare classificato a macchina secondo la resistenza: requisiti aggiuntivi per il controllo della produzione in fabbrica), **14229** (pali per linee elettriche aeree), **14250** (strutture in legno assemblate con elementi in lamiera punzonata), **14342** (pavimentazioni in legno: caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura), **14374** (LVL: *laminated veneer lumber* ovvero elementi multistrato in sfogliati di legno), **14545** (connettori: requisiti), **14592** (elementi di collegamento di forma cilindrica: requisiti), **14915** (rivestimenti interni ed esterni di pareti con elementi di legno massiccio).

Inoltre, con riferimento soprattutto alla progettazione, dovranno essere osservate le norme di cui al D.M. 14/01/2008 e, per quanto applicabili, di cui alla norma UNI EN 1995 (Eurocodice 5: strutture in legno). Utile riferimento sono anche le istruzioni CNR-DT 206/2007 rev. 07.10.2008 (istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo delle strutture di legno).

Altre norme importanti da applicare, tra le moltissime, sono le seguenti: UNI EN 313 (classificazione pannelli in compensato), 335 e 1001 (durabilità), 336 (dimensioni), 384 (proprietà meccaniche e massa volumica), 385 e 387 (legno strutturale con giunti a dita), 390 (dimensioni lamellare), 622 (pannelli in fibra di legno), 635 e 636 (pannelli in compensato), 912 (connettori), 975 (classificazione segati di latifoglie in base all'aspetto), 1313 (dimensioni legno tondo e segati), 1315 (legno tondo), 844, 1312 e 1313 (legno tondo e segati), 1438 (simbologia), 1611 (classificazione segati di conifere in base all'aspetto), 1912 (classi di resistenza), 1927 (classificazione legno tondo di conifere), 13145 (traverse ferroviarie), 13227 (pavimentazioni non ad incastro), 13226 e 13228 (pavimentazioni ad incastro), 13353 (pannelli in legno massiccio), 13629 (tavole preassemblate per pavimentazioni), 13647 (pavimenti e rivestimenti a elementi discontinui), 13756 (terminologia pavimentazioni), 14220 (infissi esterni), 14221 (infissi interni), 14272 e 12369-2 (calcolo pannelli in compensato), UNI/TR 11436 (durabilità), UNI 4390 (caratteristiche macroscopiche), 8662 (trattamenti preservanti), 9784 (preservazione del legno), 11035 (classificazione a vista del legno strutturale secondo la resistenza meccanica), UNI CEN/TS 12169 (conformità lotto di segati).

### 2.3.23 Bitumi e leganti bituminosi

Saranno impiegati esclusivamente prodotti provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. , Dovranno in particolare essere conformi alle norme: **UNI EN 12591** (bitumi per applicazioni stradali), **13808** (emulsioni cationiche bituminose), **13924** (bitumi di grado duro, anche denominati *hard*, per pavimentazioni), **14023** (bitumi modificati con polimeri), **15322** (leganti bituminosi fluidificati e flussati).

### 2.3.24 Vetro

Il prodotto di base (miscuglio solido di ossidi, dei quali il principale è il biossido di silicio:  $\text{SiO}_2$ ) è il cosiddetto vetro “piano” o “lustro” o *float*, ottenuto per galleggiamento del vetro fuso su stagno liquido. Così realizzate, in continuo e perfettamente levigate, le lastre costituiscono già un semilavorato direttamente utilizzabile. Tuttavia, per gli utilizzi più comuni, c'è bisogno di ulteriori trattamenti, quali:

- la modifica della composizione, per la produzione di vetri colorati e vetri speciali (per es. aggiungendo piombo si ottiene il cosiddetto “vetro cristallo”);
- la associazione con altri materiali, che permette la realizzazione di prodotti compositi quali: vetro e PVB (polivinilbutirrale - per vetri stratificati di sicurezza), vetro e resina (per isolamento acustico), vetro e gel (per vetrate antifuoco), vetro con particolari funzioni estetiche (vetro decorativo);
- la trasformazione della superficie (molatura, sabbiatura, satinatura, acidatura, stampatura, serigrafia, verniciatura, laccatura, ecc.);
- il deposito superficiale (“coatizzazione” o *coating*) di strati sottili di particolari composti per la fabbricazione di specchi (argentatura), vetri smaltati (smaltatura), vetri a controllo solare, vetri per risparmio energetico, ecc.;
- l'indurimento meccanico (tempra termica o chimica) per la produzione di vetri di sicurezza.
- l'HST (*Heat Soak Test*), consistente in un trattamento termico, successivo alla tempra, destinato ad eliminare i vetri che presentano rischi di rotture spontanee;
- la curvatura (o bombatura) delle lastre;
- la stratificazione, che si ottiene interponendo materiale plastico (in genere membrane sottili di PVB) tra due o più lastre di vetro, sotto l'azione combinata di calore e pressione.

Un particolare prodotto a base di vetro, non tirato in lastre ma che ha un notevole impiego nelle costruzioni stradali ed anche come additivo per materie plastiche, sono le microsfere di vetro (dette anche “perline”), che attribuiscono alle vernici cosiddette “spartitraffico” migliori prestazioni e alle stesse e alle loro applicazioni proprietà retroriflettenti. Tali microsfere possono essere premiscelate alle vernici o “post-spruzzate” sulle superfici immediatamente dopo la verniciatura. La loro granulometria è caratterizzata dai seguenti diametri massimi: 200÷250  $\mu\text{m}$  per perline da premiscelare con funzione di retroriflettenza, 60÷90  $\mu\text{m}$  per perline da premiscelare per miglioramento prestazioni vernice, 850÷1000  $\mu\text{m}$  per perline da post-spruzzare.

Prodotto affine è costituito dai cosiddetti “granuli di vetro”, a spigoli vivi e anch'essi da post-spruzzare, aventi funzione antiderapante o antiscivolo, per i quali il diametro massimo può superare i 1000  $\mu\text{m}$ .

Nelle costruzioni saranno comunque impiegati esclusivamente prodotti in vetro provvisti di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: **UNI EN 572-9** (prodotti di base di vetro di silicato sodocalcico: valutazione della conformità/norma di prodotto), **1036-2** (specchi di vetro *float* argentato per uso in interni: valutazione di conformità/norma di prodotto), **1051-2** (mattoni di vetro per pareti e pavimentazioni: valutazione di conformità/norma di prodotto), **1096-4** (vetri rivestiti: valutazione della conformità/norma di prodotto), **1279-5** (vetrate isolanti: valutazione della conformità), **1423** (microsfere di vetro, granuli antiderapanti e loro miscele, per post-spruzzatura nelle applicazioni di segnaletica orizzontale), **1748-1-2** (vetri borosilicati: valutazione di conformità/norma di prodotto), **1748-2-2** (vetro ceramica: valutazione della conformità/norma di prodotto), **1863-2** (vetro di silicato sodocalcico indurito termicamente: valutazione della conformità/norma di prodotto), **12150-2** (vetro di silicato sodocalcico di sicurezza temprato termicamente: valutazione di conformità/norma di prodotto), **12337-2** (vetro di silicato sodocalcico indurito chimicamente: valutazione della

conformità/norma di prodotto), **13024-2** (vetro di borosilicato di sicurezza temprato termicamente: valutazione della conformità/norma di prodotto), **13167** (prodotti di vetro cellulare, o CG: *cellular glass*, ottenuti in fabbrica: specificazione), **14178-2** (prodotti di base di vetro a matrice alcalina: valutazione della conformità/norma di prodotto), **14179-2** (vetro di sicurezza di silicato sodocalcico temprato termicamente e sottoposto ad *heat soak test*: valutazione della conformità/norma di prodotto), **14321-2** (vetro di sicurezza a matrice alcalina temprato termicamente: valutazione della conformità/norma di prodotto), **14449** (vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza: valutazione della conformità/norma di prodotto).

Ulteriori norme da osservare sono le seguenti, divise per argomenti:

- Prodotti di base: UNI EN 572-1 (definizioni e proprietà generali fisiche e meccaniche del vetro per edilizia), 572-2 (vetro *float*), 572-3 (vetro lustro armato), 572-4 (vetro tirato), 572-5 (vetro stampato), 572-6 (vetro stampato armato), 572-7 (vetro profilato armato e non armato), 572-8 (forniture di vetro in dimensioni fisse);
- Vetri rivestiti: UNI EN 1096-1 (definizioni e classificazione), 1096-2 (requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe A, B ed S), 1096-3 (requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe C e D);
- Vetri stratificati: 12543-1 (definizioni e descrizione delle parti componenti), 12543-2 (vetro stratificato di sicurezza), 12543-3 (vetro stratificato), 12543-4 (metodi di prova per la curabilità), 12543-5 (dimensioni e finitura dei bordi), 12543-6 (aspetto);
- Vetri trattati termicamente: UNI EN 1863-1 (vetro indurito termicamente: definizione e descrizione), 12150-1 (vetro temperato termicamente: definizione e descrizione);
- Vetri trattati chimicamente: UNI EN 12337-1 (vetro indurito chimicamente: descrizione e definizione);
- Vetrate isolanti: UNI EN 1279-1 (generalità, tolleranze dimensionali e regole per la descrizione del sistema), 1279-2 (metodo per la prova di invecchiamento e requisiti per la penetrazione del vapore d'acqua), 1279-3 (prove d'invecchiamento e requisiti per la velocità di perdita di gas e per le tolleranze di concentrazione del gas), 1279-4 (metodo di prova per le proprietà fisiche delle sigillature del bordo), 1279-6 (controllo della produzione in fabbrica e prove periodiche), 12758 (vetrazioni e isolamento acustico per via aerea: descrizioni del prodotto e determinazione delle proprietà), 12898 (determinazione dell'emissività), 673 (determinazione della trasmittanza termica (valore U): metodo di calcolo), 674 (determinazione della trasmittanza termica (valore U): metodo della piastra calda con anello di guardia), 675 (determinazione della trasmittanza termica (valore U): metodo dei termoflussimetri), 410 (determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate);
- Sicurezza: UNI EN 356 (vetro di sicurezza: prove e classificazione contro l'attacco manuale), 1063 (vetrate di sicurezza: classificazione e prove di resistenza ai proiettili), 12600 (prova del pendolo: metodo della prova di impatto e classificazione per vetro piano), 13541 (vetro di sicurezza: prove e classificazione della resistenza alla pressione causata da esplosioni);
- Varie: UNI 6534 (vetrazioni in opere edilizie: progettazione, materiali e posa in opera), 7143 (vetri piani: spessore dei vetri piani per detrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell'azione del vento e del carico neve), 7697 (criteri di

sicurezza nelle applicazioni vetrarie), UNI EN 1288 (determinazione della resistenza a flessione del vetro).

In ogni caso le lastre impiegate dovranno essere delle richieste dimensioni, di un sol pezzo, di spessore uniforme, di prima qualità, perfettamente incolori, trasparenti, prive di scorie, bolle, soffiature, ondulazioni, nodi, opacità lattiginose, macchie e qualsiasi altro difetto.

### 2.3.25 Geosintetici

#### Generalità

I “geosintetici” sono prodotti ad alta tecnologia, molto variegati e di tipo prefabbricato, costituiti dall'unione di materie derivanti in parte dalla petrolchimica ed in parte dall'industria tessile. Hanno in comune le seguenti caratteristiche:

- sono prefabbricati;
- sono disponibili in rotoli (di altezza in genere compresa tra 1 e 6 metri) o talvolta in pannelli;
- sono impiegati in opere di ingegneria geotecnica (strade, ferrovie, opere di sostegno, rilevati rinforzati, sistemi di drenaggio, gallerie, dighe, bacini, canali, discariche controllate e opere di contenimento reflui), in conformità al D.M. 14/01/2008 e, per quanto applicabile, alla norma UNI EN 1997 (Eurocodice 7: geotecnica).

Il loro utilizzo nelle opere in appalto deve tenere conto delle seguenti problematiche: tipologia di geosintetico, materiali (fibre polimeriche eventualmente abbinate a fibre naturali), proprietà tecniche (peso, spessore, resistenza alla trazione o al taglio, allungamento, permeabilità, ecc.).

Deve essere valutato con particolare attenzione l'impiego di tali materiali quando vi sia possibilità di degrado accelerato da parte di agenti esterni (agenti chimici, radiazione UV, calore, ecc.), tra i quali si segnala l'azione dei percolati e l'esposizione al fuoco o al calore prodotto da possibili incendi.

Alcuni materiali polimerici impiegati nella realizzazione di geosintetici sono i seguenti: polietilene (PE), polietilene ad alta densità (HDPE), polipropilene (PP), poliestere (polietilentereftalato – PET), polivinilcloruro (PVC), poliammide (PA), etilene propilene diene monomero (EPDM). Vari polimeri miscelati possono formare una poliolefina flessibile termoplastica (TPO – *Thermoplastic Poly-Olefin* o FPO – *Flexible Poly-Olefin*), che genera una famiglia di prodotti di ultima generazione, dalle ottime prestazioni ed ecocompatibili.

Nonostante non siano costituiti da materiale sintetico, vengono solitamente inseriti in questa categoria anche prodotti con forma e funzioni analoghe ma costituiti da materiali naturali, solitamente fibre vegetali (cocco, iuta, ecc.). Tali prodotti sono di per se ecocompatibili e biodegradabili, quindi idonei a funzioni di tipo provvisorio come ad esempio di controllo dell'erosione e/o della stabilità dei pendii e delle sponde di corsi d'acqua, prima del loro rinverdimento con le essenze vegetali previste.

#### Classificazione

I geosintetici si suddividono nelle seguenti categorie, suggerite dalla IGS (*International Geosynthetics Society*):

Simbolo	Denominazione internazionale	Denominazione italiana
GSY	<i>Geosynthetic material</i>	Geosintetico
GBA	<i>Geobar</i>	Geobarra

Simbolo	Denominazione internazionale	Denominazione italiana
GBL	<i>Geoblanket</i>	Geostuoia, biostuoia (di solito biodegradabile e provvisoria)
GCE	<i>Geocell</i>	Geocella
GCD	<i>Geocomposite drain</i>	Geocomposito per drenaggio
GCL	<i>Geocomposite clay liner</i>	Geocomposito bentonitico
GEC	<i>Geosynthetic erosion control material</i>	Geosintetico per il controllo dell'erosione
GEK	<i>Electrokinetic geosynthetic</i>	Geosintetico elettrocinetico (realizzato con polimeri elettrosensibili)
GFO	<i>Geofoam</i>	Geoschiuma
GFR	<i>Geoform</i>	Geoforma (destinata a riempimento)
GGR	<i>Geogrid</i>	Geogriglia
GMA	<i>Geomat</i>	Geostuoia (a struttura tridimensionale)
GMB	<i>Geomembrane</i>	Geomembrana
GMT	<i>Geomattress</i>	Geomaterasso
GNT	<i>Geonet</i>	Georete
GSP	<i>Geospacer</i>	Geodistanziatore
GST	<i>Geostrip</i>	Geostriscia
GTX	<i>Geotextile</i>	Geotessile
GTXw	<i>Woven geotextile</i>	Geotessile tessuto
GTXnw	<i>Nonwoven geotextile</i>	Geotessile nontessuto

### Geotessili

Sono manufatti permeabili e filtranti disponibili in fogli, strisce e pannelli e possono essere di tipo tessuto, tessuto "maglieria" e nontessuto.

- Geotessili tessuti: strutture piane e regolari formate dall'intreccio di due o più serie di fili costituiti da fibre sintetiche: fili di ordito (paralleli al senso di produzione) e fili di trama (perpendicolari ai primi), che consentono di ottenere aperture regolari e di piccole dimensioni. In relazione alla sezione della fibra e alla tipologia di tessitura, possono essere suddivisi in geotessili tessuti monofilamento, geotessili tessuti a "bandelette" (nastri appiattiti) e geotessili tessuti DOS (*Directionally Oriented Structure*).
- Geotessili tessuti a maglieria: di tipo DOS, sono prodotti con sistema maglieria, in catena con inserzione di trama.
- Geotessili non-tessuti: strutture piane composte da fibre sintetiche disposte casualmente e coesionate con metodi meccanici o termici. In relazione alla lunghezza delle fibre, i geotessili nontessuti agugliati possono essere a filamento continuo oppure a fibra corta ("fiocco").

### Geogriglie

Possono essere di tipo estruso, di tipo tessuto o del tipo "a nastri saldati". Svolgono soprattutto una funzione di rinforzo, che viene anche favorita dalla loro particolare struttura, tale da esercitare un effetto cerchiante rispetto alle particelle di terreno che trovano alloggio nelle aperture della geogriglia stessa.

- Geogriglie estruse: strutture piane realizzate con materiali polimerici (in genere polietilene ad alta densità o polipropilene) mediante un processo di estrusione e successiva stiratura, che può essere svolto in una sola direzione (da cui le geogriglie monodirezionali, caratterizzate da una resistenza a trazione in senso longitudinale nel campo tra 45 e 200 kN/m) o nelle due direzioni principali (da cui le geogriglie bidirezionali, che hanno una resistenza minore, ma circa uguale nei due sensi, compresa tra 10 e 50 kN/m).
- Geogriglie a nastri saldati (*bonded*): strutture piane, in cui due o più serie di fibre o altri elementi sintetici vengono connessi ad intervalli regolari per mezzo di saldatura. Tali geogriglie sono in genere costituite da un nucleo di filamenti in poliestere ad alta tenacità e da un rivestimento in polietilene e sono caratterizzate da resistenze variabili nelle due direzioni e comprese tra 15 e 1200 kN/m.
- Geogriglie tessute: strutture piane a forma di rete costituite da fibre sintetiche ad elevato modulo (in genere poliestere), ricoperte da un ulteriore strato protettivo, sempre in materiale sintetico, in grado di garantire una resistenza strutturale delle giunzioni.

### Geomembrane

Sono materiali impemeabili, disponibili in forma di manufatti laminari, che possono essere sintetici, bituminosi o bentonitici (propriamente detti geocompositi bentonitici).

- Geomembrane sintetiche: omogenee o rinforzate, a seconda che esista o meno un elemento di rinforzo (sintetico o metallico) all'interno dello spessore, possono inoltre essere di tipo plastomerico od elastomerico. Le geomembrane plastomeriche sono fogli con spessore compreso tra 0.5 e 2.5 mm, fabbricati con diversi metodi produttivi (calandratura, estrusione e spalmatura) e caratterizzati da coefficienti di permeabilità molto ridotti. Le geomembrane elastomeriche sono fogli con spessore compreso tra 0.5 e 2.0 mm, caratterizzati da coefficienti di permeabilità molto ridotti e fabbricati mediante una lavorazione che si sviluppa in due fasi: una prima fase, in cui si produce un impasto omogeneo, costituito dal polimero non vulcanizzato (gomma cruda) e da una serie di additivi vari con specifiche funzioni; una seconda fase di calandratura.
- Geomembrane bituminose: fogli con spessore compreso tra 3.0 e 6.0 mm e larghezza variabile da 1.0 a 1.5 m, fabbricati mediante la lavorazione di una miscela fusa (costituita da bitumi, polimeri plastomerici e/o elastomerici e cariche minerali) e caratterizzati da coefficienti di permeabilità molto ridotti. In fase di produzione, generalmente si parte da un supporto (nontessuto o tessuto, in poliestere o fibra di vetro) che, nel corso di un processo continuo, viene impregnato nella miscela fusa, successivamente raffreddato ed accoppiato a fogli antiaderenti, prima dell'avvolgimento.

### Georeti

Strutture a maglia costituite da due serie sovrapposte di fili (di spessore compreso tra 3 e 15 mm) che si incrociano con angolo costante (in genere compreso tra 60° e 90°), in modo da formare aperture regolari costanti (in genere comprese tra 10 e 20 mm d'ampiezza); vengono prodotte per

estrusione di polimeri termoplastici (in genere polietilene ad alta densità) e la saldatura delle due serie di fili viene realizzata per parziale compenetrazione nei punti di contatto, quando il polimero è ancora allo stato semifluido. Le georeti, se applicate congiuntamente a geotessili come filtri e/o geomembrane come elementi di tenuta, possono assolvere funzioni di drenaggio, cioè di trasmissione dei fluidi nel proprio spessore.

### Geostuoie

Sono costituite da filamenti di materiali sintetici (polietilene ad alta densità, poliammide, polipropilene od altro), aggrovigliati in modo da formare uno strato molto deformabile dello spessore di 10-20 mm, caratterizzato inoltre da un indice dei vuoti assai elevato (mediamente superiore al 90%). Le geostuoie possono essere impiegate su pendii e scarpate per migliorare la resistenza all'erosione provocata dall'impatto delle gocce di pioggia e dalle acque di ruscellamento, in modo da costituire un rinforzo superficiale nella fase di crescita della vegetazione. In certi casi le geostuoie possono essere impiegate anche come elementi di protezione dall'erosione in sponde di canali o corsi d'acqua: il loro uso è limitato essenzialmente al rivestimento della parte di sponda normalmente non bagnata dall'acqua e sottoposta quindi alla sola azione delle acque meteoriche e di ruscellamento. Come le georeti, in certi casi le geostuoie possono essere impiegate anche come elementi di trasmissione dei fluidi (drenaggio) congiuntamente a geotessili e/o geomembrane: il loro uso in questo settore è limitato a quei progetti in cui i geosintetici sono sottoposti a limitati carichi statici.

### Geocelle

Sono costituite da celle giustapposte prodotte per assemblaggio o estrusione di strisce di materiali sintetici di altezza pari a circa 100 mm, che realizzano una struttura a nido d'ape o simile. La funzione principale delle geocelle è quella di contenimento del terreno o di altri materiali sciolti. Tale funzione consente alle geocelle, una volta riempite di terreno, o di altri materiali sciolti di evitare lo scivolamento del terreno superficiale su scarpate e pendii.

### Geocompositi

L'unione di più geosintetici, anche dalle caratteristiche contrastanti, nella risoluzione in un unico prodotto di più problematiche o di aspetti diversi della stessa problematica, da origine ai cosiddetti "geocompositi", dei quali di seguito sono descritte le due principali tipologie in uso.

- Geocompositi per drenaggio: possono essere costituiti da elementi omogenei o da elementi compositi. Nel primo caso (elementi omogenei), si tratta di elementi sintetici stampati con profilo particolare, in modo da consentire la massima capacità drenante nel caso siano posti a contatto con superfici piane (muri di sostegno, sottofondazioni, etc.). Nel secondo caso (elementi compositi), sono costituiti dall'associazione in fase di produzione di uno strato di georete (o di geostuoia o di elemento stampato) racchiuso tra 2 strati di geotessile: la georete (o la geostuoia o l'elemento stampato) ha funzione drenante ed i due geotessili hanno funzione filtrante. Talvolta i geocompositi per il drenaggio possono essere anche realizzati associando un solo geotessile alla georete (o alla geostuoia o all'elemento stampato) oppure, per particolari esigenze, possono essere costituiti da un geotessile, con funzione di filtro, da una georete (o geostuoia o elemento stampato), con funzione drenante (trasmissione dei fluidi), e da una geomembrana, con funzione di barriera. Lo spessore complessivo del geocomposito può variare tra 5 e 30 mm. Per espletare la funzione di trasmissione dei fluidi di fondamentale importanza risulta lo studio del comportamento sotto carico e nel tempo (creep).

- Geocompositi bentonitici: prodotti costituiti da bentonite sodica e geosintetici: essi consistono di un sottile strato di argilla (bentonite) racchiuso tra 2 geotessili o incollato ad una geomembrana sintetica. Allo stato attuale sono disponibili in commercio tre tipi di geocompositi bentonitici:
- il primo tipo è realizzato fissando meccanicamente (mediante processo di agugliatura o di cucitura) uno strato di bentonite interposto tra due geotessili: tale sistema di vincolo determina un incremento di resistenza al taglio all'interfaccia bentonite-geotessile. In corrispondenza delle giunzioni in sito, i materiali vengono semplicemente sovrapposti e, nel caso di GCL prodotto mediante agugliatura, della polvere di bentonite è interposta lungo la striscia di sovrapposizione. La sigillatura si realizza quando la bentonite viene idratata, senza la necessità di alcuna cucitura di tipo meccanico;
  - il secondo tipo è realizzato mescolando polvere di bentonite sodica a granulometria controllata con un collante solubile in acqua che è poi posto tra i due geotessili. Il collante ha lo scopo di tenere insieme il materiale durante le operazioni di trasporto e di posa. Il geotessile inferiore è molto sottile e con tessitura larga, cosicché in corrispondenza delle sovrapposizioni la bentonite fuoriesce dalle aperture del geotessile quando si idrata, realizzando in tal modo la sigillatura della sovrapposizione;
  - il terzo tipo è realizzato mescolando la bentonite con un collante che la fa aderire ad una geomembrana di polietilene ad alta densità (HDPE). Come nel caso del secondo tipo, il materiale è autosigillante in corrispondenza delle sovrapposizioni.

### Geosintetici biologici

Sono realizzati assemblando, tramite tessitura, agugliatura, incollaggio, cucitura, confinamento, ecc., materie e/o fibre vegetali come, ad esempio, paglia, juta, cocco, fibre legnose, ecc., a formare fogli forniti in rotoli o pannelli, dello spessore di qualche millimetro, talora abbinati ad altre membrane a formare geocompositi, talora già caricati con sementi e/o fertilizzanti. In molti casi il loro degrado va a costituire esso stesso un fertilizzante.

Per le motivazioni suddette essi trovano numerosi e molteplici campi di applicazione e di impiego, quali: rivestimento di scarpate di rilevati stradali e ferroviari, rivestimento di argini spondali, fluviali, lacustri e marini (in tali applicazioni occorre verificare che le tensioni tangenziali di trascinamento siano compatibili con la resistenza meccanica dei prodotti impiegati), rivestimento di paramenti di dighe in terra o di aree bonificate, rinforzo delle terre quali ritentori di fino (solitamente in abbinamento ad altri geosintetici di rinforzo), recupero di cave, sistemazione di scarpate, rinaturazioni, impianti sportivi.

Sono forniti in genere in forma di tessuti o stuoie (quando sono spesse assumono la forma di veri e propri materassini).

- Biotessili: sono costituiti da fibre naturali (tipo juta e cocco) assemblate in modo da formare una struttura tessuta, da non aperta a molto aperta, molto deformabile, in grado di ben adattarsi al supporto. I biotessili, proprio per la natura dei materiali costituenti, possono assolvere esclusivamente funzioni provvisoriale, quali la protezione dall'erosione di pendii e scarpate durante la fase di crescita della vegetazione.
- Biostuoie: sono costituite da fibre naturali (paglia, cocco, sisal, ecc.), in genere contenute tra reti in materiale sintetico (tipo polipropilene o poliammide)

o naturale (tipo juta). Le biostuoie hanno uno spessore che può arrivare a qualche decina di mm, sono anch'esse di solito disponibili in rotoli e, analogamente ai biotessili, possono essere impiegate su pendii e scarpate per facilitare la crescita della vegetazione definitiva e migliorare dunque le caratteristiche di resistenza all'erosione nella fase preliminare.

## Geotessili e affini

### Generalità

I prodotti da impiegarsi dovranno essere marchiati CE e dotati della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: **UNI EN 13249** (caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico, escluse ferrovie e l'inclusione in conglomerati bituminosi), **13250** (caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di ferrovie), **13251** (caratteristiche richieste per l'impiego nelle costruzioni di terra, nelle fondazioni e nelle strutture di sostegno), **13252** (caratteristiche richieste per l'impiego nei sistemi drenanti), **13253** (caratteristiche richieste per l'impiego nelle opere di controllo dell'erosione: protezione delle coste, rivestimenti di sponda), **13254** (caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di bacini e dighe), **13255** (caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di canali), **13256** (caratteristiche richieste per la costruzione di gallerie e strutture in sotterraneo), **13257** (caratteristiche richieste per l'impiego in discariche di rifiuti solidi), **13265** (caratteristiche richieste per l'impiego nei progetti di contenimento dei rifiuti liquidi).

Potrà essere qualificato prima dell'impiego, a discrezione della Direzione Lavori, mediante prove da eseguire in funzione delle singole applicazioni (se ne riporta di seguito un elenco a titolo indicativo).

Prova	Norma
Campionatura (per N deve intendersi il rotolo o la pezza)	UNI 8279-1
Permeabilità all'aria	UNI 8279-3, UNI EN ISO 9073-15
Resistenza a trazione (metodo di Grab)	UNI 8279-4, UNI EN 13934-2, UNI EN ISO 9073-18
Resistenza alla perforazione (metodo della sfera)	UNI 8279-11, UNI EN ISO 9073-5
Variazione dimensionale a caldo	UNI 8279-12
Permeabilità radiale all'acqua	UNI 8279-13, UNI EN ISO 9073-17
Resistenza al punzonamento e relativa deformazione a rottura	UNI 8279-14
Termosaldabilità	UNI 8279-15
Tempo di assorbimento di acqua (metodo della goccia)	UNI 8279-16
Stabilità agli agenti atmosferici artificiali	UNI 8279-17
Massa areica e lineare	UNI 5114
Massa areica	UNI EN 29073-1, UNI EN ISO 9864
Resistenza a trazione (su striscia di 5 cm di larghezza) e allungamento	UNI EN 29073-3, UNI EN ISO 13934-1
Spessore, in mm	UNI EN ISO 9073-2, UNI EN ISO 9863-2
Resistenza alla lacerazione	UNI EN ISO 9073-4
Identificazione in sito	UNI EN ISO 10320
Permeabilità all'acqua perpendicolare al piano, senza carico	UNI EN ISO 11058
Resistenza alla penetrazione dell'acqua in pressione	UNI EN 13562
Resistenza agli agenti atmosferici	UNI EN 12224
Resistenza microbiologica mediante prova di interrimento	UNI EN 12225
Resistenza all'idrolisi in acqua	UNI EN 12447

Prova	Norma
Capacità drenante nel piano	UNI EN 12958
Dimensione di apertura ( <i>opening size</i> ) caratteristica	UNI EN 12956
Resistenza all'abrasione (metodo del blocco scorrevole)	UNI EN ISO 13427
Proprietà viscoso a trazione ( <i>tensile creep</i> ) fino a rottura	UNI EN ISO 13431
Messa in opera e prelievo campioni nel terreno per le prove di lab.	UNI EN ISO 13437
Resistenza all'ossidazione	UNI EN 13438
Efficacia nel tempo di geotessili in contatto con geosintetici-barriera	UNI EN 13719
Resistenza allo sfilamento dal terreno	UNI EN 13738
Resistenza a liquidi acidi e alcalini	UNI EN 14030
Comportamento nei confronti di batteri e funghi	UNI sperim. 8986

Si riportano di seguito alcune caratteristiche preferenziali dei geotessili, per gli usi di cui al presente Capitolato. Caratteristiche diverse dovranno essere adeguatamente motivate.

#### Geotessili non-tessuti

I geotessili non-tessuti dovranno essere ottenuti da fibre poliolefiniche (polipropilene e/o polietilene) o poliestere (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate mediante sistema di agugliatura meccanica, termofusione, termocalandratura e termolegatura stabilizzate ai raggi UV, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici. I geotessili non-tessuti possono essere a filo continuo, quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata, a fiocco, quando il filamento viene tagliato prima della cardatura.

Nello specchio che segue sono riepilogate, in relazione alla natura chimica dei polimeri impiegati, le principali caratteristiche degli stessi:

Caratteristiche tecniche	Poliestere	Polipropilene
Densità: g/cm <sup>3</sup>	1,38	0,90
Punto di rammollimento: °K	503÷523	413
Punto di fusione: °K	533÷538	443÷448
Punto d'umidità: % a 65% di umidità relativa	0,4	0,04

I geotessili, salvo specifiche prescrizioni di progetto dovranno: non avere superficie liscia, essere imputrescibili ed atossici, essere resistenti ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione di microrganismi, essere antinquinanti ed isotropi.

Dovranno altresì essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione alle modalità di impiego.

#### Geotessili tessuti

I geotessili tessuti devono essere prodotti con la tecniche della tessitura industriale a trama e ordito, con filati o bandelle in polipropilene o poliestere, stabilizzate ai raggi UV, con l'esclusione di materia prima riciclata.

Dovranno essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione alle modalità di impiego.

### **Geosintetici in generale e con funzione di barriera**

I prodotti da impiegarsi dovranno essere marchiati CE e dotati della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme seguenti:

- geosintetici in generale: **UNI EN 12226** (geosintetici: prove generali per valutazioni successive a prove di durabilità), **14151** (geosintetici: determinazione della resistenza allo scoppio), **14574** (geosintetici: determinazione della resistenza al punzonamento piramidale su supporto), **15381** (geosintetici e prodotti affini: requisiti per l'impiego in pavimentazioni e strati di usura), **UNI EN ISO 9862** (geosintetici: campionamento e preparazione dei provini), **9863-1** (geosintetici: determinazione dello spessore a pressioni specificate di strati singoli), **9864** (geosintetici: determinazione della massa areica di geotessili e prodotti affini), **10318** (geosintetici: termini e definizioni), **10319** (geosintetici: prova di trazione a banda larga), **10321** (geosintetici: prova di trazione a banda larga per giunzioni e cuciture), **10722** (geosintetici: indice per la valutazione del danneggiamento meccanico causato da materiale granulare sotto carico ripetuto), **12236** (geosintetici: prova di punzonamento statico con metodo CBR), **12957-1** (geosintetici: determinazione delle caratteristiche di attrito - prova di taglio diretto), **12957-2** (geosintetici: determinazione delle caratteristiche di attrito - prova su piano inclinato), **13429** (geosintetici: determinazione dell'efficacia di protezione dal danneggiamento dovuto a un urto), **13433** (geosintetici: prova di punzonamento dinamico (prova di caduta del cono)), **13719** (geotessili e prodotti affini: determinazione dell'efficacia della protezione a lungo termine di geotessili in contatto con geosintetici con funzione barriera), **14196** (geosintetici: metodi di prova per la misurazione della massa areica di geocompositi bentonitici), **14414** (geosintetici: metodo di prova selettivo per la determinazione della resistenza chimica per applicazioni in discariche);
- geosintetici con funzione barriera: **UNI EN 13361** (geosintetici con funzione barriera: caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di bacini e dighe), **13362** (geosintetici con funzione barriera: caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di canali), **13491** (geosintetici con funzione barriera: caratteristiche richieste per l'impiego come barriere ai fluidi nella costruzione di gallerie e strutture in sotterraneo), **13492** (geosintetici con funzione barriera: caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di discariche per smaltimento, di opere di trasferimento o di contenimento secondario di rifiuti liquidi), **13493** (geosintetici con funzione barriera: caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di discariche per accumulo e smaltimento di rifiuti solidi), **14150** (geosintetici con funzione barriera: determinazione della permeabilità ai liquidi), **14415** (geosintetici con funzione barriera: metodo di prova per la determinazione della resistenza alla percolazione), **14575** (geosintetici con funzione barriera: metodo di prova per la determinazione della resistenza all'ossidazione), **14576** (metodo di prova per la determinazione della resistenza di geosintetici polimerici con funzione barriera alla fessurazione da sollecitazione ambientale), **15382** (geosintetici con funzione barriera: caratteristiche richieste per l'impiego in infrastrutture di trasporto), **UNI 11309** (geosintetici

polimerici con funzione di barriera a base di polietilene a media e alta densità: caratteristiche e limiti di accettazione), 11332 (geocompositi bentonitici con funzione barriera: caratteristiche e limiti di accettazione), UNI CEN/TS 14416 (geosintetici con funzione barriera: metodo di prova per la determinazione della resistenza alle radici), 14417 (geosintetici con funzione barriera: metodo di prova per la determinazione dell'influenza dei cicli di asciutto/ bagnato sulla permeabilità dei geocompositi bentonitici), 14419 (geosintetici con funzione barriera: metodo di prova per la determinazione dell'influenza dei cicli gelo/disgelo sulla permeabilità dei geocompositi bentonitici).

### 2.3.26 Membrane per impermeabilizzazione

Si intendono qui le membrane impermeabili, prefabbricate, in materiale sintetico o naturale (catrame, asfalto, bitume, caucciù, cartone, bentonite sodica), da impiegarsi nelle costruzioni al di fuori di quelle già descritte nel paragrafo “geosintetici”. Si tratta in massima parte di membrane, semplici o rinforzate, a singolo strato o a più strati, destinate ad essere applicate a strutture di vario genere che devono essere preservate dal contatto con liquidi. Ciò nonostante alcuni prodotti, pur garantendo impermeabilità ai liquidi, consentono tuttavia il passaggio di gas e vapori (es.: membrana in non-tessuto Tyvek <sup>(3)</sup>).

Sono in genere fornite in rotoli, ma qualche volta anche in pannelli e sono realizzate con materiali di molti tipi diversi. Le più comuni sono quelle a base di bitume modificato con polimeri (PMB – *Polymer Modified Bitumen*) elastomerici o plastomerici, quelle in polimeri termoplastici (ad es.: PVC-P, TPO, HDPE, EPDM) e quelle in bentonite sodica.

Per applicazioni che richiedono contemporaneamente buone prestazioni ed eco compatibilità sono da preferire le membrane in TPO (*Thermoplastic Poly-Olefin*), denominate anche: FPO (*Flexible Poly-Olefin*), FPP (*Flexible Poly-Propylen*) o FPA (*Flexible Polypropylen Alloys*). Questi materiali, ottenuti per polimerizzazione con processo denominato “*catalloy*” (brevetto iniziale Montell, poi divenuta Basell – acronimo derivante da BASF e Shell – oggi LyondellBasell):

- non contengono sostanze cancerogene,
- non contengono cloro,
- non rilasciano sostanze tossiche nell'ambiente, quali i plastificanti spesso impiegati nella produzione di membrane polimeriche,
- sono riciclabili o smaltibili in termovalorizzatore senza rilascio di diossine.

I prodotti da impiegarsi dovranno essere marchiati CE e dotati della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: **UNI EN 13707** (membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di coperture: definizioni e caratteristiche), **13859-1** (definizioni e caratteristiche dei sottostrati: sottostrati per coperture discontinue), **13859-2** (definizioni e caratteristiche dei sottostrati: sottostrati murari), **13956** (membrane di materia plastica o gomma per l'impermeabilizzazione di coperture: definizioni e caratteristiche), **13967** (membrane di materiale plastico e di gomma impermeabili all'umidità incluse membrane di materiale plastico e di gomma destinate a impedire la risalita di umidità dal suolo: definizioni e caratteristiche), **13969** (membrane bituminose destinate a impedire la risalita di umidità dal suolo: definizioni e caratteristiche), **13970** (strati bituminosi per il controllo del vapore d'acqua: definizioni e caratteristiche), **13984** (strati di plastica e di gomma per il controllo del vapore: definizioni e caratteristiche), **14695** (membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di impalcati di

<sup>(3)</sup> Tyvek è un marchio di proprietà della Du Pont de Nemours BVBA (Belgio).

ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo soggette a traffico: definizioni e caratteristiche), **14909** (membrane di materiale plastico e di gomma destinate ad impedire la risalita di umidità: definizioni e caratteristiche), **14967** (membrane bituminose per muratura destinate ad impedire la risalita di umidità: definizioni e caratteristiche).

Ulteriori norme da osservare, fra le altre, sono le seguenti, divise per argomenti:

- applicazioni: UNI EN 15836 (membrane di policloruro di vinile plastificato (PVC-P) per piscine interrate);
- prove: UNI EN 1108 (membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture: determinazione della stabilità di forma in condizioni di variazioni cicliche di temperatura), 1110 (membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture: determinazione dello scorrimento a caldo), 1548 (membrane di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture: metodo per esposizione al bitume), 1847 (membrane di materiale plastico e gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture: metodi per l'esposizione agli agenti chimici liquidi, acqua inclusa), 1849 (determinazione dello spessore e della massa areica), 12316 (determinazione della resistenza al distacco delle giunzioni), 12317 (determinazione della resistenza al taglio delle giunzioni), 12691 (membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture: determinazione della resistenza all'urto), 13111 (sottostrati per coperture discontinue e pareti: determinazione della resistenza alla penetrazione dell'acqua), 13948 (membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture: determinazione della resistenza alla penetrazione delle radici), 14223 (impermeabilizzazione di ponti di calcestruzzo ed altre superfici di calcestruzzo soggette al transito di veicoli: determinazione dell'assorbimento d'acqua), 14224 (impermeabilizzazione di ponti di calcestruzzo ed altre superfici di calcestruzzo soggette al transito di veicoli: determinazione della capacità di resistenza alla fessurazione), 14693 (impermeabilizzazione di impalcati di ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo trafficabili da veicoli: determinazione del comportamento delle lastre bituminose durante l'applicazione di mastici d'asfalto), 15976 (determinazione dell'emissività), 16002 (determinazione della resistenza al carico del vento di membrane flessibili fissate meccanicamente per l'impermeabilizzazione del tetto);
- posa in opera: UNI 11333 (formazione e qualificazione degli addetti alla posa).

### **2.3.27 Tubazioni in ghisa**

Saranno impiegate tubazioni in ghisa dotate di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme:

- Tubazioni ed accessori: UNI 7685 (tubi e raccordi filettati, portacavi, per impianti elettrici antideflagranti a prova di esplosione (AD-PE) - manicotti di ghisa, zincati), 9163 (tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione - giunto elastico automatico - dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto), **UNI EN 545** (tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua - requisiti e metodi di prova), **598** (tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro giunti per fognatura - requisiti e metodi di prova), **877** (tubi e raccordi di ghisa, loro assemblaggi e accessori per l'evacuazione dell'acqua dagli edifici - requisiti, metodi di prova e assicurazione della qualità), **969** (tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro

assemblaggi per condotte di gas - prescrizioni e metodi di prova), 1092-2 (flange e loro giunzioni - flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - flange di ghisa), 1171 (valvole industriali - valvole a saracinesca di ghisa), 10242 (raccordi di tubazione filettati di ghisa malleabile), 12334 (valvole industriali - valvole di ritegno di ghisa), 12842 (raccordi di ghisa sferoidale per sistemi di tubazioni di PVC-U o PE - requisiti e metodi di prova), 13789 (valvole industriali - valvole a globo di ghisa), 14525 (adattatori di flange e manicotti a larga tolleranza da utilizzare con tubazioni di materiali differenti: ghisa duttile, ghisa grigia, acciaio, PVC-U PE, fibrocemento), UNI ISO 8180 (tubazioni di ghisa duttile - manicotto di polietilene per applicazione in cantiere);

- Trattamenti e rivestimenti: UNI EN 12502-5 (protezione di materiali metallici contro la corrosione - raccomandazioni sulla valutazione della probabilità di corrosione in impianti di distribuzione e di deposito di acqua - parte 5: fattori che hanno influenza su ghisa e su acciai non legati o basso legati), 14628 (tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale - rivestimento esterno di polietilene per tubi - requisiti e metodi di prova), 14901 (tubi, raccordi e accessori in ghisa sferoidale - rivestimento epossidico rinforzato dei raccordi e degli accessori in ghisa sferoidale - requisiti e metodi di prova), 15189 (tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - rivestimento esterno di poliuretano dei tubi - requisiti e metodi di prova), 15542 (tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - rivestimento esterno di malta cementizia per tubi - requisiti e metodi di prova), 15655 (tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - rivestimento interno in poliuretano per tubi e raccordi - requisiti e metodi di prova), ;
- Saldatura: UNI EN 1011-8 (saldatura - raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici - parte 8: saldatura della ghisa), UNI EN ISO 1071 (materiali d'apporto per saldatura - elettrodi rivestiti, fili, bacchette e fili animati tubolari per la saldatura per fusione della ghisa - classificazione);
- Controlli e prove: UNI ISO 10802 (tubazioni di ghisa a grafite sferoidale - prove idrostatiche dopo posa).

Se le tubazioni e gli elementi a corredo sono destinati all'adduzione di acqua per il consumo umano, devono essere rispettati i requisiti di cui al D.M. 06/04/2004 n. 174.

### **2.3.28 Tubazioni in PVC**

Saranno impiegate tubazioni in cloruro di polivinile non plastificato (PVC-U) dei tipi definiti dalle norme UNI EN 1329, 1401, 1452, con giunti a bicchiere muniti di guarnizione di gomma, da installare con i previsti raccordi. Se destinate all'adduzione di acqua per il consumo umano, devono essere rispettati i requisiti di cui al D.M. 174/2004.

I tubi ed i raccordi dovranno essere certificati dall' I.I.P. (Istituto Italiano dei Plastici) con marchio di conformità IIP-UNI o Piip o rilasciato da altro organismo di certificazione di prodotto equivalente, accreditato in conformità alla norma UNI EN 45011. Dovranno essere altresì colorati, in massa, in uno dei colori previsti (grigio, arancio, avorio).

Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne e esterne dei tubi e dei raccordi dovranno essere lisce, pulite ed esenti da screpolature, cavità ed altri difetti superficiali che possano influire sulla conformità alla norma.

Il materiale non dovrà contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento.

Le estremità dei tubi dovranno essere tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo. Tutti i tubi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza riportando, con frequenza non minore di un metro, almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del fabbricante;
- marchio di conformità IIP-UNI o Piip o equivalente;
- riferimento alla norma UNI EN;
- materiale (PVC-U);
- dimensioni nominali;
- pressione nominale PN;
- data di produzione (data o codice).

Tutti i raccordi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile riportando almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del fabbricante;
- marchio di conformità IIP-UNI o Piip o equivalente (\*);
- riferimento alla norma UNI EN (\*);
- materiale (PVC-U o PVC-UH);
- dimensioni nominali;
- pressione nominale PN (\*);
- data di produzione (data o codice) (\*).

(\*). Informazione che è possibile riportare anche su di un'etichetta.

#### Stoccaggio, movimentazione e trasporto

Durante la movimentazione ed il trasporto delle tubazioni dovranno essere prese tutte le necessarie precauzioni per evitarne il danneggiamento; le stesse non dovranno venire in contatto con oggetti taglienti e, quando scaricate, non dovranno essere gettate o lasciate cadere o trascinate a terra. Dovranno essere stoccate su superfici piane e pulite ed in cataste ordinate e di altezza tale da evitare deformazioni e danneggiamenti, con particolare attenzione ai bicchieri dei tubi.

#### Installazione e collaudo

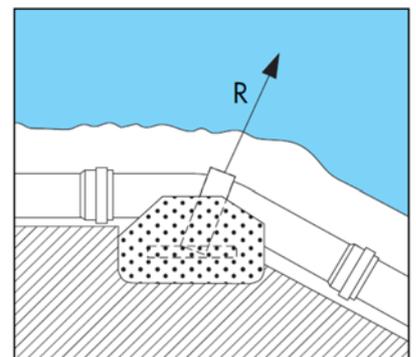
L'installazione ed il collaudo delle tubazioni dovranno essere eseguiti, come applicabili, in conformità alle norme UNI ENV 1046, UNI EN ISO 1452-12, UNI ENV 1401-3.

In ogni caso le giunzioni e le curvature delle tubazioni in PVC-U non dovranno mai essere realizzate per saldatura o comunque per mezzo del calore. Si dovranno prendere le necessarie precauzioni quando si maneggiano ed installano le tubazioni a temperature inferiori ai 0°C.

Nel caso di interrimento, il materiale di riempimento per il letto di posa e per la trincea dovrà essere costituito da sabbia priva di ciottoli, sassi taglienti, pietre, agglomerati d'argilla, creta, sostanze organiche o eventuale terreno gelato.

Per le installazioni sopra terra, si dovrà tenere conto delle variazioni dimensionali e le tubazioni dovranno essere posizionate in modo da comportare nel sistema il minimo sforzo possibile dovuto alle espansioni e contrazioni di elementi strutturali e delle tubazioni medesime.

#### Giunzioni ad anello elastomerico



I tubi dovranno essere forniti con idonei anelli elastomerici al fine di assicurare la tenuta delle giunzioni. Se gli anelli elastomerici non sono già posizionali nel tubo, al momento dell'installazione e prima del posizionamento, si dovrà procedere alla pulizia della loro sede ed eventualmente alla lubrificazione in conformità alle istruzioni del fornitore.

Nel caso in cui i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare all'asse e si dovrà effettuare lo smusso del codolo. I codoli dovranno essere inseriti nei bicchieri fino alla linea di riferimento (se presente) evitando contaminazioni.

Nel caso di utilizzo di giunzioni ad anello elastomerico che non sopportano sforzi assiali, la separazione della giunzione nelle applicazioni interrato dovrà essere prevenuta mediante blocchi di ancoraggio in cemento (v. figura), mentre sopra il suolo dovranno essere utilizzate apposite staffe di ancoraggio.

### Giunzioni ad incollaggio

Per le tubazioni destinate al trasporto di acqua per uso umano, dovranno essere utilizzati unicamente adesivi idonei. Per la giunzione delle tubazioni mediante incollaggio dovranno essere seguite le istruzioni del fornitore e le seguenti:

- nel caso i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare alle estremità e si dovrà effettuare lo smusso del codolo;
- assicurarsi che le superfici da giuntare siano pulite ed asciutte;
- applicare l'adesivo in modo uniforme ed in direzione longitudinale;
- procedere, nei tempi specificati dal fornitore, alla giunzione delle estremità;
- rimuovere i residui di adesivo;
- lasciare asciugare per almeno cinque minuti;
- non sottoporre la tubazione alla pressione interna prima di quanto indicato dal fornitore.

### **2.3.29 Tubazioni in PE**

I tubi e i relativi raccordi ed accessori in polietilene delle categorie PE 80 e PE 100, utilizzati per trasporto di acqua in pressione, dovranno avere i requisiti previsti dalla normativa vigente ed in particolare dalle norme:

- UNI EN 12201 (sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE)), suddivisa nelle seguenti parti: 1) generalità, 2) tubi, 3) raccordi, 4) valvole, 5) idoneità allo scopo del sistema, 7) guida per la valutazione della conformità;
- UNI EN 13598 (sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi e fognature interrati non in pressione: policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE)), suddivisa nelle seguenti parti: 1) specifiche per raccordi ausiliari inclusi i pozzetti di ispezione poco profondi, 2) specifiche per i pozzetti di ispezione accessibili al personale e per le camere di ispezione, per installazioni interrato in aree di traffico ed in profondità.

Se i componenti sono destinati all'adduzione di acqua per il consumo umano, devono essere rispettati i requisiti di cui al D.M. 174/2004.

I tubi e gli altri componenti dovranno essere certificati dall' I.I.P. (Istituto Italiano dei Plastici) con marchio di conformità IIP-UNI o Piip o rilasciati da altro organismo di certificazione di prodotto, regolarmente accreditato.

I tubi ed i raccordi dovranno essere ottenuti da *compound* di polietilene e dovranno essere di colore blu o nero con strisce blu. I raccordi dovranno essere di colore blu o nero.

Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne e esterne dei tubi e dei raccordi dovranno essere lisce, pulite ed esenti da rigature, cavità ed altri difetti superficiali che possano influire sulla conformità alla norma.

Le estremità dei tubi dovranno essere tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo. Tutti i tubi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza riportando, con frequenza non minore di un metro, almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del fabbricante;
- marchio di conformità IIP-UNI o Piip o equivalente;
- riferimento alla norma UNI EN;
- dimensioni nominali;
- serie SDR;
- materiale e designazione (PE 80 o PE 100);
- codice del compound PE utilizzato;
- pressione nominale PN;
- data di produzione (data o codice).

Tutti i raccordi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile riportando almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del fabbricante;
- marchio di conformità IIP-UNI o Piip o equivalente (\*);
- riferimento alla norma UNI EN (\*);
- dimensioni nominali / serie SDR;
- intervallo SDR di saldabilità (\*);
- materiale e designazione (PE 80 o PE 100);
- pressione nominale PN (\*);
- data di produzione (data o codice).

(\*) Informazione che è possibile riportare anche su di un'etichetta.

#### Stoccaggio, movimentazione e trasporto

Durante la movimentazione ed il trasporto delle tubazioni dovranno essere prese tutte le necessarie precauzioni per evitarne il danneggiamento; i tubi non dovranno venire in contatto con oggetti taglienti e, quando scaricati, non dovranno essere gettati o lasciati cadere o trascinati a terra. I tubi dovranno essere stoccati su superfici piane e pulite ed in cataste ordinate e di altezza tale da evitare deformazioni e danneggiamenti. I tubi di colore blu dovranno essere protetti dall'esposizione diretta ai raggi solari.

#### Installazione e collaudo

L'installazione ed il collaudo delle tubazioni dovranno essere eseguiti, come applicabili, in conformità alle norme UNI ENV 1046, UNI EN 12666, UNI 11149, 10520, UNI ISO/TR 7474, UNI 7616.

Il materiale di riempimento per il letto di posa e per la trincea delle installazioni interrato dovrà essere costituito da sabbia priva di ciottoli, sassi taglienti, pietre, agglomerati d'argilla, creta, sostanze organiche o eventuale terreno gelato.

L'installazione delle tubazioni interrato con le tecnologie che non prevedono lo scavo di trincee (*no-dig, trenchless technologies*) dovrà essere effettuato seguendo le indicazioni della IATT (*Italian Association for Trenchless Technologies*).

#### Saldatura ad elementi termici per contatto (saldatura testa a testa)

La saldatura ad elementi termici per contatto dovrà essere effettuata da personale in possesso di certificazione (“patentino”) in conformità alla norma UNI 9737, rilasciata da un organismo di certificazione del personale accreditato ed eseguita in conformità alle norme UNI 10520 e UNI 10967 per quanto applicabili ed alla norma UNI 11024. Dovranno essere utilizzate apparecchiature conformi alla norma UNI 10565.

Prima di procedere alla saldatura si dovrà verificare che le superfici delle tubazioni da saldare di testa siano tagliate perpendicolarmente all'asse, prive di difetti e pulite.

#### Saldatura per elettro fusione

La saldatura per elettro fusione dovrà essere effettuata da personale in possesso di certificazione (“patentino”) in conformità alla norma UNI 9737 rilasciata da un organismo di certificazione del personale accreditato ed eseguita in conformità alla norma UNI 10521 ed alla norma UNI 11024. Dovranno essere utilizzate apparecchiature conformi alla norma UNI 10566. Prima di procedere alla saldatura si dovrà procedere alla raschiatura con idoneo strumento ed alla pulizia della superficie di fusione del codolo.

### **2.3.30 Tubazioni in gres**

Per gli impianti di raccolta e smaltimento di liquami e acque reflue saranno impiegate tubazioni in gres e relativi accessori, dotate di marcatura CE e della prescritta documentazione a corredo. Dovranno in particolare essere conformi alle norme: **UNI EN 195-1** (specificazioni), **295-2** (controllo della qualità e campionamento), **295-3** (metodi di prova), **295-4** (requisiti per elementi complementari speciali, elementi di adattamento ed accessori compatibili), **295-5** (requisiti per i tubi perforati e per gli elementi complementari di gres), **295-6** (requisiti per pozzetti di gres), **295-7** (requisiti per tubi e sistemi di giunzione di gres per tubazioni con posa a spinta), **295-10** (requisiti di prestazione).

### **2.3.31 Elementi in fibrocemento**

Il fibrocemento è costituito generalmente da una miscela di acqua, cemento, fibre ed additivi (filler), con assoluta esclusione di fibre di amianto.

Potranno essere impiegati elementi in fibrocemento quali: tubi e relativi raccordi ed accessori, pozzetti, lastre piane, lastre nervate o ondulate, ecc., in osservanza delle seguenti principali norme: **UNI EN 492** (tegole piane e relativi accessori), **494** (lastre nervate e relativi accessori), **512** (tubi e giunti per condotte in pressione), **588-1** (tubi per fognature e sistemi di scarico a gravità), **588-2** (tubi per fognature e sistemi di scarico: pozzetti e camere di ispezione), **1444** (tubazioni: guida per la posa e per le pratiche di cantiere), **12467** (lastre piane), **12763** (tubi e raccordi per sistemi di scarico per edifici: dimensioni e termini tecnici di distribuzione), **15057** (lastre nervate: prova di resistenza all'urto), **UNI 10636** (lastre odulate: istruzioni per l'installazione).

### **2.3.32 Elementi in PRFV (vetroresina)**

Il PRFV (Plastica Rinforzata con Fibre di Vetro) o, in inglese, FRP (*Fiberglass-Reinforced Plastic*) o GFRP (*Glass Fiber-Reinforced Plastic*), è un materiale composito, costituito da una matrice polimerica termoindurente (poliestere, vinilestere, epossidica, ecc.) nella quale sono incorporate

fibre di vetro continue in forma di tessuti o tessuti-non-tessuti o corte e casualmente orientate (feltri). Talora le fibre di vetro possono essere accompagnate o sostituite da quelle aramidiche <sup>(4)</sup>. Questo materiale è spesso identificato in Italia con l'acronimo VTR.

Gode di eccellenti caratteristiche prestazionali, anche di tipo strutturale, si presta a molteplici modalità di produzione, si accoppia facilmente a rivestimenti e ad altri materiali e di conseguenza ha un enorme numero di impieghi. Nelle costruzioni civili, soprattutto per la realizzazione di elementi prefabbricati, talora di forma complessa, soprattutto nel settore impiantistico (serbatoi, vasche, tubazioni, pozzetti, armadi, pali di sostegno, ecc.) e nelle opere di finitura (coperture, grigliati, recinzioni, rivestimenti, ecc.) e di arredo urbano.

Sono soggetti ad obbligo di marcatura CE unicamente i pali per illuminazione pubblica in PFRV, secondo la norma **UNI EN 40-7** (requisiti per pali per illuminazione pubblica di compositi polimerici fibrorinforzati). Sono tuttavia da osservare le ulteriori seguenti norme, che riguardano tanto il materiale base quanto i prodotti:

- in generale: UNI EN 59 (materie plastiche rinforzate con fibre di vetro: determinazione della durezza mediante durometro barcol), 61 (materie plastiche rinforzate con fibre di vetro: determinazione delle caratteristiche a trazione), UNI EN ISO 25762 (guida per la valutazione delle caratteristiche e delle prestazioni al fuoco dei compositi di polimeri rinforzati con fibre), UNI 9900 (materie plastiche rinforzate con vetro tessile: materiali da stampaggio in fogli (SMC) e in massa (BMC) - determinazione del contenuto di fibre di vetro - metodo di lavaggio con ultrasuoni), 9901 (materie plastiche rinforzate con vetro tessile: determinazione del contenuto in massa di fibre di vetro e cariche (metodo della calcinazione));
- tubi: UNI EN 761 (tubi: determinazione del fattore di scorrimento sotto carico allo stato secco), 1119 (giunti per tubi e raccordi: metodi di prova per la tenuta e la resistenza al danneggiamento dei giunti flessibili non resistenti alla spinta con guarnizioni di tenuta in elastomero), 1120 (tubi: determinazione della resistenza all'attacco chimico dall'interno di una sezione sottoposta a flessione), 1226 (tubi: metodo di prova per verificare la resistenza alla deformazione anulare iniziale), 1228 (tubi: determinazione della rigidità anulare specifica iniziale), 1229 (tubi: metodi di prova per determinare la tenuta idraulica della parete sottoposta ad una pressione interna di breve durata), 1393 (tubi: determinazione delle proprietà iniziali in trazione longitudinale), 1394 (tubi: determinazione della resistenza in trazione circonferenziale apparente iniziale), 1447 (tubi: determinazione della resistenza a lungo termine alla pressione interna), 1638 (tubi: metodo di prova per gli effetti della pressione interna ciclica), 1796 (sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature, scarichi e per la distribuzione dell'acqua in pressione in PFRV a base di resina poliestere insatura), 1862 (tubi: determinazione del fattore di scorrimento (*creep*) relativo a flessione a seguito dell'esposizione ad un ambiente chimico), 9033-1 (tubi: metodi di prova – generalità e campionamento), 9033-2 (tubi: controllo delle materie prime), 9033-3 (tubi: ispezione visiva), 9033-4 (tubi: controllo

<sup>(4)</sup> Le fibre in "aramide" o "aramidiche" sono fibre polimeriche ad altissime prestazioni meccaniche, ottenute per lavorazione di poliammidi aromatiche. Dalla contrazione del termine inglese per queste ultime (*aromatic polyamides*) deriva il termine aramide (*aramid*).

delle dimensioni), 9033-6 (tubi: determinazione del grado di polimerizzazione tramite il contenuto residuo di stirene monomero e del contenuto medio, in massa, di vetro), 9033-9 (tubi: determinazione della resistenza all'urto mediante caduta di un corpo percussore), 9033-10 (tubi: determinazione della resistenza al taglio della parete del tubo), 9033-11 (tubi: determinazione della resistenza all'abrasione dello strato interno), 9033-14 (tubi: determinazione della rigidità trasversale a lungo termine), 9033-16 (tubi: determinazione del rilassamento), 9033-17 (tubi: determinazione della pressione esterna o depressione interna di collasso), UNI 9032 (tubi: linee guida per la definizione dei requisiti per l'impiego);

– sistemi di tubazioni:

UNI CEN/TS 14578 (sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua o scarico e fognatura in PFRV a base di resina poliestere insatura: procedure raccomandate per l'installazione), 14632 (sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature, scarichi e per la distribuzione dell'acqua in pressione e non in PFRV a base di resina poliestere insatura: guida per la valutazione della conformità), 14807 (sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature, scarichi e per la distribuzione dell'acqua in pressione e non in PFRV a base di resina poliestere insatura: guida per l'analisi strutturale delle tubazioni interrata), 15729 (sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature, scarichi e per la distribuzione dell'acqua in pressione in PFRV a base di resina poliestere insatura: rapporto sulla determinazione della abrasione media dopo un numero definito di cicli di prova), UNI EN 14364 (sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature, scarichi e per la distribuzione dell'acqua in pressione e non in PFRV a base di resina poliestere insatura: specifiche per tubi, raccordi e giunzioni), serbatoi e contenitori fuori terra:

UNI EN 13121-1 (serbatoi e contenitori per utilizzi fuori terra: condizioni di specifica e per l'uso), 13121-2 (serbatoi e contenitori per uso fuori terra in materiali compositi: resistenza chimica), 13121-3 (serbatoi e contenitori per utilizzi fuori terra: progettazione e lavorazione), 13121-4 (serbatoi e contenitori per utilizzi fuori terra: consegna, installazione e manutenzione), 13280 (specifiche per serbatoi rinforzati di fibre di vetro monoblocco e ad elementi componibili per l'accumulo fuori terra di acqua fredda);

– serbatoi interrati:

UNI EN 976-1 (serbatoi interrati cilindrici orizzontali per l'immagazzinamento non a pressione di carburanti o combustibili liquidi derivati dal petrolio: requisiti e metodi di prova per serbatoi a parete semplice), 976-2 (serbatoi interrati cilindrici orizzontali per l'immagazzinamento non a pressione di carburanti o combustibili liquidi derivati dal petrolio: trasporto, maneggio, immagazzinamento ed installazione di serbatoi a parete semplice), 977 (serbatoi interrati: metodo di esposizione ai fluidi da una sola parte), 978 (serbatoi interrati: determinazione del fattore a e del fattore b);

– lastre e simili:

UNI EN 1013-2 (lastre profilate che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice: requisiti specifici e metodi di prova), UNI 10452 (lastre ondulate ed alveolari di materiale plastico

trasparente, incolore o traslucido per serre ed apprestamenti analoghi: tipi, dimensioni, requisiti e metodi di prova);

- progettaz., esecuzione, controllo: CNR-DT 200 R1/2012 08/03/2012 (istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il controllo di interventi di consolidamento statico mediante l'utilizzo di compositi fibrorinforzati), CNR-DT 205/2007 09/10/2008 (istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il controllo di strutture realizzate con profili pultrusi di materiale composito fibrorinforzato (FRP)), *ACI Committee 440, 2008: Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures*, *ISIS Canada Corporation, 2008: ISIS Design Manual No. 4: FRP Rehabilitation of Reinforced Concrete Structures*.

### 2.3.33 Serramenti

Si intendono per serramenti i dispositivi progettati per la chiusura fissa o apribile di porte, finestre ed altre aperture entro muri o pareti.

Dovranno essere impiegati nelle opere definitive e nei casi previsti dalle norme, serramenti e relativi accessori dotati di marcatura CE e conformi alle vigenti norme, delle quali si riportano le principali, con particolare riferimento a quelle armonizzate:

- Serramenti in generale: UNI EN 1670 (resistenza alla corrosione), 14637 (sistemi di uscita controllati elettricamente per assemblaggi di porte tagliafumo), UNI 3952 (serramenti di alluminio e sue leghe per l'edilizia), 8938 (idoneità delle specie legnose per serramenti interni), 8975 (dimensioni di coordinazione);
- Accessori: **UNI EN 179** (dispositivi per uscite di emergenza azionati mediante maniglia a leva o piastra a spinta per l'utilizzo sulle vie di fuga: requisiti e metodi di prova), **1125** (dispositivi per le uscite antipanico azionati mediante una barra orizzontale per l'utilizzo sulle vie di esodo), **1154** (dispositivi di chiusura controllata delle porte), **1155** (dispositivi elettromagnetici fermoporta per porte girevoli), **1158** (dispositivi per il coordinamento della sequenza di chiusura delle porte), 1303 (cilindri per serrature), 1527 (accessori per porte scorrevoli e porte a libro), **1935** (cerniere ad asse singolo), 12051 (catenacci per porte e finestre), **12209** (serrature azionate meccanicamente, chiavistelli e piastre di bloccaggio), 12320 (lucchetti e accessori), 12365 (parti 1, 2, 3, 4: guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue), 13126 (parti 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 19: accessori per finestre e porte finestre), 14648 (accessori per chiusure oscuranti), **14846** (serrature azionate elettromeccanicamente e piastre di bloccaggio), UNI CEN/TS 13126 (parti 3, 9, 13, 14: accessori per finestre e porte finestre), UNI CEN/TR 15894 (ausili per porte per l'utilizzo da parte di bambini, anziani e disabili in edifici residenziali e pubblici: guida per gli operatori).

### 2.3.34 Materiali per opere a verde

#### Terra vegetale

Il materiale da impiegarsi per il rivestimento delle scarpate dei rilevati e delle trincee, per la formazione dei cigli erbosi e degli arginelli ai margini della piattaforma stradale, delle isole spartitraffico a verde e per la formazione, livellazione o ripresa di aree comunque destinate a verde, dovrà essere terra “vegetale”, ovvero a granulometria fine sabbio-limo-argillosa, proveniente di preferenza dallo scotico del terreno a precedente destinazione agraria o comunque dagli scavi, effettuati nell’ambito del medesimo cantiere o dei cantieri relativi alle opere in appalto, o comunque in aree compatibili con quelle oggetto di successiva ricollocazione, da prelevarsi fino alla profondità massima di 1,00 m.

Dovrà inoltre risultare, per quanto possibile, di reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto, privo di pietre, ciottoli, detriti, radici, erbe infestanti. Qualora tali caratteristiche non siano presenti, possono essere ottenute con adeguato trattamento correttivo.

Nel prelievo e reimpiego della terra vegetale dovranno essere osservate le norme di cui al D.Lgs. 03/04/2006 n. 152, con particolare riferimento all’art. 186 “Terre e rocce da scavo”.

Nell’asportazione della terra da riutilizzare, occorre operare in condizioni di umidità non eccessiva della stessa e, per quanto possibile, separando gli orizzonti superficiali (primi 20-30 cm), dagli orizzonti sottostanti ed in ogni caso dal substrato inerte non pedogenizzato.

Il suolo asportato deve essere temporaneamente stoccato in un apposito sito, seguendo le seguenti modalità di carattere generale:

- depositare lo strato superiore e lo strato inferiore del suolo separatamente;
- la superficie di deposito deve avere buona permeabilità e non deve essere eccessivamente sensibile al costipamento;
- non asportare la parte più ricca di sostanza organica (humus) dalla superficie di deposito;
- la formazione del deposito deve essere compiuta a ritroso, ossia senza ripassare sullo strato depositato;
- non circolare mai con veicoli ed evitare il pascolo sui depositi intermedi;
- rinverdire eventualmente con piante a radici profonde (preferenzialmente leguminose).

In caso di interventi molto brevi (ad es. la posa di condotte), può essere evitato il rinverdimento del deposito.

Il deposito per lo strato superiore del suolo non dovrebbe di regola superare i 3 m d’altezza e semmai occorre ridurre tale valore in presenza di una spiccata tendenza del materiale all’autocompattamento.

Devono essere evitati i ristagni d’acqua nei cumuli o intorno ad essi e la loro erosione per ruscellamento superficiale delle acque meteoriche. A tal fine dovrà essere convenientemente individuata la pendenza delle scarpate, che in generale non dovrà essere superiore a 2/3.

Il progetto dovrebbe definire le caratteristiche e qualità dei suoli destinati ad opere a verde, definiti anche “suoli-obiettivo”, che dovrebbero rispondere alle diverse esigenze di rinverdimento e che possono essere, sia suoli di aree pertinenziali o interstiziali rispetto alle opere principali in appalto, sia suoli a ripristino di aree interessate da opere temporanee o sotterranee. Nel secondo caso, salvo disposizioni particolari del progetto, il suolo obiettivo dovrebbe riprodurre per quanto possibile quello originario.

Qualora tali suoli-obiettivo non siano stati definiti in progetto, la loro definizione avverrà durante la fase realizzativa, seguendo i criteri indicati e le prescrizioni della Direzione Lavori.

Si possono indicare, schematicamente, tre strati corrispondenti a tre distinte funzioni della terra vegetale riportata o da riportare in una determinata area e di cui si deve tenere conto:

- strato superficiale (circa 0-30 cm), con funzione prevalente di nutrizione;
- strato sottostante (30-100 cm), con funzione prevalente di serbatoio idrico;
- substrato (> 100 cm), con funzioni prevalenti di drenaggio e ancoraggio.

Questa indicazione è di carattere generale e deve essere adattata alla situazione specifica ed alle necessità di cantiere. Ad esempio, in molti casi il terzo orizzonte si viene a formare direttamente per alterazione fisica del substrato in loco o a ripartire dagli orizzonti profondi residui dopo la prima asportazione.

Inoltre, occorre tenere in considerazione le specie vegetali piantumate, in quanto il loro apparato radicale, il loro peso e la loro morfologia nella parte fuori terra possono necessitare di maggiore o minore spessore di terra e di tutti o parte dei suddetti tre strati tipologici.

Orientativamente:

- per specie erbacee, gli strati possono ridursi al 1°, di spessore pari ad almeno 30 cm;
- per specie arbustive gli strati 1° e 2° possono essere distinti o unificati, con spessore complessivo pari a 50-100 cm;
- per specie arboree dovrebbero sussistere tutti e tre gli strati, per uno spessore complessivo di 100-200 cm.

Per quanto riguarda il contenuto in carbonio organico all'atto della realizzazione o ripristino dei suoli, questo può non essere troppo elevato, per non dover eccedere con la concimazione nella fase iniziale. Si può tuttavia considerare che nel corso del tempo, a seguito della naturale evoluzione vegetativa, si possano raggiungere condizioni più soddisfacenti.

Qualora il prelevamento della terra sia fatto da terreni naturali non coltivati, la profondità di prelevamento sarà limitata al primo strato di suolo esplorato dalle radici delle specie a portamento erbaceo, ossia a quello spessore ove la presenza di humus e le caratteristiche fisico-microbiologiche del terreno permettono la normale vita dei vegetali, ma in ogni caso non superiore a 50 cm.

In ogni caso le caratteristiche pedologiche della terra da sistemare nelle varie aree dovranno essere tali da consentire un buon attecchimento e sviluppo delle specie vegetali previste in progetto per ciascuna di esse.

L'Appaltatore, prima di effettuare il prelevamento della terra, dovrà darne comunicazione alla Direzione dei Lavori. La stessa potrà richiedere un prelievo di campioni in contraddittorio, per le analisi di idoneità del materiale, da effettuarsi presso un laboratorio di chimica agraria riconosciuto, di norma a cura e spese dell'Appaltatore.

### Concimi

I concimi minerali semplici o complessi usati per la concimazione di fondo od in copertura dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato ed essere approvvigionati e conservati negli involucri originali di fabbrica.

### Materiale vivaistico

L'Appaltatore deve dichiararne preventivamente la provenienza e la Direzione Lavori potrà accettare il materiale, previa visita ai vivai, che devono essere dislocati in zone limitrofe o comunque non eccessivamente distanti dai luoghi di impianto.

Piantine e talee dovranno essere comunque, all'impianto, immuni da qualsiasi malattia o attacco da parte di parassiti.

### Sementi

L'Appaltatore dovrà fornire sementi di ottima qualità e rispondenti esattamente a genere e specie richiesti dal progetto, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed

autenticità, con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza stabiliti dalle norme vigenti.

Per evitare che possano alterarsi o deteriorarsi, le sementi devono essere immagazzinate in locali freschi, ben aerati e privi di umidità.

Per ulteriori approfondimenti riguardanti i materiali per le opere a verde, si faccia riferimento a quanto riportato negli specifici articoli del presente capitolato.

#### Materiali per l'idrosemina

L'idrosemina è una tecnica d'ingegneria naturalistica che sfrutta un mezzo liquido, l'acqua, per distribuire, su delle superfici specifiche le sementi e alcuni altri elementi coadiuvanti.

Tale operazione viene effettuata con l'idroseminatrice, un'apposita macchina specializzata, nella cui cisterna vengono inseriti i suddetti materiali. Questi sono miscelati in modo continuo ed omogeneo e distribuiti uniformemente sulla superficie da inerbire.

I materiali da impiegare sono di norma i seguenti:

- a) Miscuglio di sementi: Il miscuglio, che deve essere adatto alle condizioni locali, è normalmente composto da sole specie erbacee. Per la scelta del miscuglio, a volte può essere utile fare un'analisi vegetazionale, che tuttavia non è da considerare vincolante. Può essere indicato un miscuglio plurispecifico (generalmente: 70-80% graminacee, 15-20% leguminose, il restante le altre famiglie), con il quale si ha un ampio range di adattabilità a tutte le situazioni. Se si lavora in un ambiente fortemente antropizzato, nel quale si vuole creare una copertura efficace e veloce, si adopereranno prevalentemente specie a rapido accrescimento e bassa variabilità. Invece, per un ambiente pregiato dal punto di vista naturalistico, bisognerà adottare miscugli più specifici;
- b) Collanti: Visto che si opera in condizioni spesso difficili, i collanti sono indispensabili per tenere compatta e stabilizzare la miscela, riducendo i fenomeni di dilavamento o asportazione. I collanti di origine sintetica possono essere liquidi o pulverulenti. Quelli liquidi possono, in misura piuttosto bassa, ritardare la germinazione delle sementi (specialmente leguminose), ma hanno il merito di miscelarsi facilmente e di avere un'efficacia maggiore, con effetto più duraturo. Dei collanti sintetici pulverulenti esistono dei tipi a bassissimo dosaggio, molto efficaci e particolarmente indicati per un utilizzo su grosse superfici, in quanto permettono un certo contenimento dei costi. I collanti di origine naturale possono essere in polvere o granulari e sono costituiti da farine vegetali o alghe brune disidratate. A contatto con l'acqua diventano gelatinosi ma, se non ben miscelati, possono formare grumi. Hanno anche effetto di concime e ammendante;
- c) Concimi organici, minerali od organo-minerali: Servono a compensare le situazioni di squilibrio del suolo, creando condizioni di sviluppo più favorevoli alle piantine. I concimi organici od organico-minerali devono sempre raggiungere un livello ottimale di maturazione ed essere venduti in forma non compatta (granulare-terrosa), al fine di rendere agevole la miscelazione. Possono essere usati anche i concimi minerali, anche nella loro forma idrosolubile;
- d) Pacciamanti: Sono i cosiddetti *mulch*, che servono a creare condizioni microclimatiche idonee per lo sviluppo delle sementi e a trattenere l'umidità necessaria alla germinazione. Costituiti da vari materiali (paglia, fieno, fibre di legno o cellulosa), a volte sono già dotati di una minima

quantità di collante. Il dosaggio è in funzione della natura del prodotto e delle condizioni climatiche e stagionali. In generale: per semine d'alta quota, s'impiegano anche 300-400 g/mq di paglia mentre, per scarpate autostradali, si utilizzano anche 200 g/mq di mulch di fibre di legno; in condizioni più favorevoli, spesso bastano anche 60-75 g/mq di fibra di cellulosa;

- e) Attivatori del terreno: Accelerano alcuni processi chimico-fisici del terreno (scambi gassosi, umificazione, aggregazione particelle terrose), creando condizioni ideali per lo sviluppo delle radici e dell'attività della microflora/fauna del terreno. Il loro dosaggio è basso, in quanto presentano un'elevatissima carica batterica;
- f) Correttivi ed ammendanti: Rappresentano tutte quelle sostanze che servono per correggere difetti fisici e chimici del terreno. Generalmente, le anomalie più ricorrenti sono la scarsa dotazione di sostanza organica e l'alterazione del pH;
- g) Torba o terriccio: Si utilizzano nelle idrosemine a spessore, dov'è necessario costituire alcuni centimetri di substrato fertile per lo sviluppo della vegetazione;
- h) Acqua: Deve essere impiegata acqua priva di sostanze inquinanti e/o comunque tali da inibire o danneggiare le sementi o il loro attecchimento. La quantità da impiegarsi deve essere abbondante e commisurata alle condizioni meteorologiche del momento ed a quelle prevedibili nel periodo immediatamente successivo.

### 3. PROVE DEI MATERIALI

In relazione a quanto prescritto nei precedenti articoli circa le qualità e le caratteristiche dei materiali, per la loro accettazione l'Impresa è obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio dei campioni ai Laboratori Ufficiali indicati dalla Stazione appaltante, nonché a tutte le spese per le relative prove.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio, anche presso gli stabilimenti di produzione per cui l'Impresa si impegna a garantire l'accesso presso detti stabilimenti ed a fornire l'assistenza necessaria.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

## CAPO II. CAPO II NORME E PRESCRIZIONI RIGUARDANTI LE MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI SINGOLI LAVORI

## 4. SONDAGGI E TRACCIATI

Subito dopo la consegna dei lavori e prima di dare inizio alle opere, qualora ciò non risulti già dagli elaborati progettuali, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese (quando queste non siano a diverso titolo già previste a carico della Stazione Appaltante) e d'intesa con la Direzione Lavori, all'esecuzione di una opportuna campagna geognostica, atta a conseguire una ragionevolmente completa caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione delle opere da realizzare.

Prima di porre mano ai lavori di sterro e riporto, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti, in base alla larghezza del piano autostradale, all'inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette.

A suo tempo dovrà pure installare, nei tratti che indicherà la Direzione Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento delle stesse, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

## 5. RILIEVI E TRACCIAMENTI

### 5.1 Definizioni

La presente sezione ha lo scopo di descrivere e standardizzare le fondamentali operazioni che si andranno a svolgere nei vari cantieri relativamente a:

- acquisizione dei dati della livellazione base di progetto
- materializzazione dei vertici
- poligonali di precisione
- poligonali secondarie
- livellazione di precisione
- livellazioni tecniche
- rilievi planoaltimetrici
- tracciati planoaltimetrici.

### 5.2 Campo di applicazione

Le seguenti disposizioni si applicano a tutte le attività oggetto della presente tratta.

### 5.3 Prescrizioni ed oneri generali

Le operazioni topografiche sono rivolte essenzialmente all'esecuzione di rilievi planoaltimetrici ed al posizionamento di opere d'arte.

Nello svolgimento delle attività potranno essere presenti contemporaneamente più operazioni fra quelle indicate, scelte secondo le necessità operative ed i criteri di buona esecuzione ed espletate nel rispetto delle tolleranze di seguito descritte.

Le operazioni di rilievo e tracciamento saranno quindi supportate da livellazioni di precisione e/o tecniche e da poligonali di precisione e/o secondarie.

Prima di iniziare i lavori di sterro e riporto l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, e nel caso in cui ai lavori in terra siano connesse opere murarie o in

calcestruzzo, dovrà procedere al tracciamento di esse con l'obbligo della conservazione, in entrambi i casi, dei capisaldi di partenza. Detti capisaldi, la cui ubicazione dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori, dovranno essere correlati con la rete geodetica nazionale dell'I.G.M.I. e con quella utilizzata per la redazione della cartografia del progetto affidato. Essi costituiranno la base per tutti i lavori topografici in fase di costruzione.

Resta inteso che particolari operazioni dettate dall'aspetto esecutivo delle varie opere (ad esempio conduzione delle frese con laser o distanziometri elettronici motorizzati intertracciati con opportuni software, valutazione dei cedimenti delle centine ecc.) seppur fundamentalmente legate alle tolleranze ed alle modalità operative delle operazioni di seguito descritte, andranno valutate di caso in caso e supportate con integrazioni al presente documento fornite dall'Impresa e soggette all'approvazione della Direzione Lavori.

#### **5.4 Prescrizioni tecniche particolari**

Sarà cura dell'Impresa provvedere a quanto necessario affinché tutte le Imprese operanti si avvalgano e facciano riferimento ad un'unica rete di capisaldi in tutte le fasi di realizzazione del progetto (indagini, ingegneria, costruzioni, controlli).

L'Impresa è obbligata a recepire la livellazione base assunta dal progetto.

Sarà cura dell'Impresa provvedere a quanto necessario ad evitare manomissioni del reticolo di capisaldi. Nel caso in cui, per esigenze di lavoro o in conseguenza di avvenimenti (anche non dipendenti dall'Impresa) di qualsiasi natura, il reticolo (o singoli capisaldi) risultassero manomessi, sarà cura dell'Impresa provvedere ai necessari ripristini.

Sarà cura dell'Impresa provvedere alla installazione delle modine necessarie a definire con la massima precisione il profilo delle scarpate di scavi e rilevati.

Sarà cura dell'Impresa, ove richiesto, mettere a disposizione della Direzione Lavori e/o del Committente la documentazione, la strumentazione e il personale tecnico e ausiliario necessari per la effettuazione dei rilievi che la stessa ritenesse opportuni per eventuali controlli in fase di costruzione.

La correttezza dei rilievi in corso d'opera e dei tracciamenti delle opere rimane responsabilità dell'Impresa che dovrà, comunque, dimostrare la correttezza a semplice richiesta della Direzione Lavori.

#### **5.5 Materiali e strumentazione**

Tutta la strumentazione deve essere verificata prima dell'inizio delle operazioni di tracciamento. La Direzione Lavori si riserva di chiedere all'Impresa la presentazione dei certificati di taratura della strumentazione rilasciati da laboratori riconosciuti idonei dalle due parti e subito antecedenti l'inizio delle attività topografiche date in appalto.

##### **5.5.1 Vertici**

I vertici dovranno essere realizzati con pilastrini di calcestruzzo, dovranno essere fissi ed avere ben visibile sulla parte superiore una borchia metallica con l'indicazione del numero del vertice o caposaldo e dell'Ente (la Committente).

##### **5.5.2 Poligonali di precisione**

Possono essere utilizzati teodoliti che consentano la lettura angolare non superiore ai due secondi centesimali, accoppiati a distanziometri elettronici di precisione non inferiore a  $\pm$  mm 3 + 2 ppm. In alternativa sarà possibile utilizzare total station con prestazioni analoghe.

Giornalmente si dovrà verificare che l'indice zenitale presenti un errore di posizione inferiore a 20 secondi centesimali e che le funzioni di correzione automatica per la curvatura terrestre, altitudine

media e indice di rifrazione siano impostate correttamente. In zone con manifesti ed insormontabili ostacoli alla visibilità sarà possibile ricorrere all'uso di apparecchiature GPS.

La strumentazione deve essere verificata prima dell'inizio delle operazioni di tracciamento. La Direzione Lavori si riserva di chiedere all'Impresa la presentazione dei certificati di taratura della strumentazione rilasciati da laboratori riconosciuti idonei dalle due parti e subito antecedenti l'inizio delle attività topografiche date in appalto.

### **5.5.3 Poligonali secondarie**

Per tutti i lavori di poligonazione secondaria potranno essere utilizzati teodoliti con s.q.m. non superiore ai dieci secondi centesimali accoppiati a distanziometri elettronici di precisione non inferiore a  $\pm$  mm 5+5 ppm o, in alternativa, total station di prestazioni analoghe. Giornalmente si dovrà verificare che l'indice zenitale presenti un errore di posizione inferiore ai 20 secondi centesimali e che le funzioni di correzione automatica per la curvatura terrestre, altitudine media e indice di rifrazione siano impostate correttamente.

La strumentazione deve essere verificata prima dell'inizio delle operazioni di tracciamento. La Direzione Lavori si riserva di chiedere all'Impresa la presentazione dei certificati di taratura della strumentazione rilasciati da laboratori riconosciuti idonei dalle due parti e subito antecedenti l'inizio delle attività topografiche date in appalto.

### **5.5.4 Livellazioni di precisione**

Il livello impiegato nella livellazione dovrà avere: micrometro a lastra piana - parallela per la misura diretta delle frazioni di graduazione della stadia, ingrandimento non inferiore a 30x, livella con centramento a coincidenza di sensibilità non inferiore a 30" per 2 mm di spostamento o compensatore autolivellante che assicuri una precisione della linea di mira non inferiore a 0,4", stato di rettifica verificato giornalmente prima dell'inizio dei lavori. Potranno essere utilizzati livelli elettronici con registratore automatico dei dati purché assicurino prestazioni equivalenti. Le coppie di stadie dovranno avere graduazione centimetrata o mezzo - centimetrata su nastro di acciaio sottoposto a tensione costante, lunghezza di un solo pezzo, bolla che ne permette la posa verticale con l'approssimazione di qualche primo, puntale d'appoggio sui capisaldi sferici, piastra trasportabile per le battute intermedie di peso e stabilità sufficiente.

La Direzione Lavori si riserva di chiedere all'Impresa la presentazione dei certificati di taratura della strumentazione rilasciati da laboratori riconosciuti idonei dalle due parti e subito antecedenti l'inizio delle attività topografiche date in appalto.

### **5.5.5 Livellazioni tecniche**

La livellazione verrà eseguita utilizzando un livello con ingrandimento non inferiore a 30 x, livella con centramento a coincidenza di sensibilità non inferiore a 30" per 2 mm di spostamento o compensatore autolivellante che assicuri una precisione della linea di mira non inferiore a 0,4", stato di rettifica verificato giornalmente prima dell'inizio dei lavori. Potranno essere utilizzati livelli elettronici con registratore automatico dei dati purché assicurino prestazioni equivalenti.

Per livellazioni tecniche che necessitino di strumenti o procedure differenti andrà richiesta apposita autorizzazione alla Direzione Lavori (per tipologia di situazioni) specificando i motivi e l'ambito di applicazione.

La coppia di stadie dovrà avere graduazione centimetrata su legno o metallo o fibra di vetro e livella sferica per la posa verticale.

### **5.5.6 Rilievi planoaltimetrici**

Per tutti i lavori di rilievo planoaltimetrico potranno essere utilizzati teodoliti con s.q.m. non superiore ai quindici secondi centesimali accoppiati a distanziometri elettronici di precisione non inferiore a  $\pm$  mm 5+5 ppm o, in alternativa, total station di prestazioni analoghe. Giornalmente si

dovrà verificare che l'indice zenitale presenti un errore di posizione inferiore ai 20 secondi centesimali e che le funzioni di correzione automatica per la curvatura terrestre, altitudine media e indice di rifrazione siano impostate correttamente.

Per quanto riguarda i livelli valgono le prescrizioni date al paragrafo: “Livellazioni tecniche”.

Per il rilievo di particolari o di manufatti in genere potranno essere utilizzati nastri metallici centimetrati, canne metriche o metri.

### **5.5.7 Tracciamenti planoaltimetrici**

Vale quanto riportato al paragrafo 5.5.2 “Poligonalidi precisione”.

## **5.6 Modalità di esecuzione**

### **5.6.1 Vertici**

E' obbligo dell'Impresa lo studio, il posizionamento e la realizzazione, partendo da punti di riferimento noti e ben visibili sul territorio, di un reticolo di vertici da utilizzare per i tracciamenti e/o per i controlli plano-altimetrici delle opere da eseguire; quanto sopra si intende applicabile a partire dalle attività connesse con la campagna geotecnica.

Per ogni vertice deve essere redatta una apposita monografia contenente tutte le informazioni idonee a permettere di rintracciarne la posizione. Detta monografia dovrà essere corredata da una schizzo planimetrico con almeno tre distanze da punti particolari ben riconoscibili sul territorio.

E' obbligo dell'Impresa il reperimento di tutti i dati di partenza per l'esecuzione dei reticoli dei vertici.

### **5.6.2 Poligonalidi precisione**

#### **5.6.2.1 Scelta dei vertici di partenza e controllo della conformità degli stessi**

Si assumeranno come vertici di partenza quelli delle reti principali e di raffittimento o i nuovi punti trigonometrici posizionati in precedenza, tramite triangolazioni di precisione, verificando che non presentino danneggiamenti o alterazioni di alcun tipo e che siano conformi alle monografie.

Nell'eventualità che si sia verificato un danneggiamento o una rimozione, tale vertice verrà scartato riferendosi ad un altro oppure, si controllerà che il vertice venga ripristinato con le stesse modalità e cura di un vertice di nuova creazione.

#### **5.6.2.2 Posizionamento e materializzazione dei nuovi vertici**

La materializzazione dei vertici della rete di raffittimento delle poligonalidi precisione verrà realizzata mediante centrini metallici a testa sferica punzonata, realizzati in metallo (o lega metallica) anticorrosivo che porteranno incisi sulla base la scritta che sarà indicata dalla Direzione Lavori, murati su manufatti in cls di opportuna stabilità (es. murette, fondazioni, pilastri di nuova costruzione di dimensioni cm 40x40 e profondità minima di cm 80 fondati direttamente nel terreno) e protetti, ove necessari, in pozzetti, con piastra metallica di chiusura ricavati nei manufatti in cls o murati su roccia affiorante. Potranno essere inoltre utilizzate mensole e piastre in acciaio per il centramento forzato debitamente fissate ai paramenti di galleria o ai manufatti in cls.

L'identificazione dei nuovi punti avverrà tramite targhette metalliche poste in corrispondenza degli stessi al paramento di galleria o nelle adiacenze per quelli esterni o tramite chiodi infissi nel cls o punzonatura del centrino.

Dette targhette dovranno riportare in maniera indelebile, il numero di identificazione del punto e, se in galleria, anche la progressiva.

### **5.6.2.3 Azimut di direzione e orientamento iniziale**

Per il vertice iniziale e quello finale della poligonale verrà calcolato l'azimut di direzione ad almeno tre vertici della rete di raffittimento. Ove ciò non risulti possibile, previa verifica con la Direzione Lavori, saranno sufficienti 2 vertici.

L'orientamento avverrà al vertice più lontano dal punto di stazione e si controllerà la veridicità dell'operazione attraverso l'orientamento ai vertici più vicini.

L'angolo di orientamento sarà rilevato effettuando almeno sei insiemi di letture angolari con il metodo delle direzioni isolate, differenziando se necessario l'orario delle osservazioni.

### **5.6.2.4 Modalità di lettura strumentale e tolleranze**

I lati della poligonale dovranno avere possibilmente lunghezza costante, compresa fra 300 e 1.000 m; la poligonale non potrà avere sviluppo complessivo superiore a 10 km e non più di 20 vertici di stazione.

Gli angoli azimutali e zenitali verranno determinati attraverso almeno sei strati di letture. Lo scarto massimo fra i valori angolari dei vari strati non dovrà essere superiore ai dodici secondi centesimali.

Le osservazioni che superino tali valori andranno ripetute.

Le tolleranze per l'esecuzione di poligonali o intersezioni multiple per la determinazione di nuovi punti trigonometrici atti all'inquadramento topografico delle stazioni per il tracciamento delle opere saranno le seguenti:

tolleranza angolare  $\Delta\alpha = 0g .0012 \times \sqrt{n}$  dove n è il numero dei vertici;

tolleranza lineare  $\Delta L = 0.009 \times \sqrt{\sum l}$  (km) + 0.003 n + 0.002 x  $\sum l$  (km) dove  $\sum l$  è la sommatoria della lunghezza dei lati ed n è il numero dei vertici.

La posizione altimetrica dei vertici della poligonale dovrà essere ottenuta mediante livellazione geometrica di precisione.

### **5.6.2.5 RegISTRAZIONI delle misure**

Prima dell'inizio dei lavori verrà predisposto un adeguato numero di libretti di misura, che dovranno essere firmati e numerati dal responsabile della topografia dell'Impresa numerando progressivamente le pagine ed i libretti stessi e vistati dalla Direzione Lavori.

Sui libretti, riempiti senza pagine bianche, i dati dovranno essere riportati dall'Impresa in maniera indelebile e senza cancellazioni invisibili.

Nel caso di registrazione con supporti magnetici o registratori dati la memorizzazione avverrà di norma per punti con record a lunghezza fissa contenenti i dati di campagna. In quest'ultimo caso i dati registrati andranno stampati a fine giornata di misure e dovrà essere predisposta una copia di sicurezza degli stessi su supporto digitale che verrà fornito dall'Impresa alla Direzione Lavori.

### **5.6.2.6 Compensazione ed elaborazione dati**

I dati rilevati per il calcolo delle coordinate planimetriche dei punti di stazione saranno sottoposti a procedura analitica di compensazione e di calcolo.

### **5.6.2.7 Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi**

Per la poligonale di precisione è necessario che l'Impresa predisponga (e fornisca alla Direzione Lavori) le monografie dei vertici che dovranno contenere:

- coordinate rettilinee
- schizzo planimetrico con almeno tre distanze da punti caratteristici stabili e facilmente individuabili sul terreno; in galleria invece verrà indicata la progressiva

- schizzo prospettico o fotografia
- quota del vertice
- data di materializzazione
- numerazione del vertice.

#### **5.6.2.8 Elaborati poligonali di precisione**

Per le varie attività verrà predisposta dall'Impresa (e fornita alla Direzione Lavori) la seguente documentazione cartacea e su supporto magnetico.

- grafico su apposita cartografia
- monografie dei capisaldi di partenza
- monografie dei nuovi capisaldi
- libretti di misura o file di campagna
- calcolo dell'orientamento iniziale e della compensazione
- riepilogo delle coordinate risultanti per i capisaldi.

#### **5.6.3 Poligonali secondarie**

##### **5.6.3.1 Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi**

Si assumeranno come vertici di partenza i capisaldi delle reti GPS principale e di raffittimento o i nuovi punti trigonometrici posizionati in precedenza verificando che non presentino danneggiamenti o alterazioni di alcun tipo e che siano conformi alle monografie o schizzi descrittivi. Nell'eventualità che si sia verificato un danneggiamento o una rimozione questo caposaldo verrà scartato riferendosi ad un altro oppure si controllerà che il caposaldo venga ripristinato con le stesse modalità e cura di un caposaldo di nuova creazione.

##### **5.6.3.2 Posizionamento e materializzazione dei nuovi capisaldi**

La materializzazione dei vertici delle poligonali secondarie e delle stazioni di rilevamento e tracciamento avverrà mediante centrini realizzati in metallo (o lega metallica) anticorrosivo, con inciso alla base l'identificativo alfanumerico e murati su manufatti in cls di buona stabilità, picchetti in legno di dimensioni adeguate muniti di chiodo di stazione o tondini di ferro punzonati debitamente infissi nel terreno, chiodi murati su manufatti in cls o su roccia affiorante.

##### **5.6.3.3 Azimut di direzione e orientamento iniziale**

Per il vertice iniziale e quello finale della poligonale verrà calcolato l'azimut di direzione ad almeno tre vertici della rete di raffittimento. Ove ciò non risulti possibile, previa verifica con la Direzione Lavori, saranno sufficienti 2 vertici.

L'orientamento avverrà al caposaldo più lontano dal punto di stazione e si controllerà la veridicità dell'operazione attraverso l'orientamento ai capisaldi più vicini. L'angolo di orientamento sarà rilevato effettuando almeno quattro insiemi di lettura angolari con il metodo delle direzioni isolate, differenziando se necessario l'orario delle osservazioni.

##### **5.6.3.4 Modalità di lettura strumentale e tolleranze**

I lati della poligonale dovranno avere possibilmente lunghezza costante compresa tra i 150 e 500 metri; la poligonale non potrà avere sviluppo complessivo superiore ai 3 Km e non più di 15 stazioni.

Gli angoli azimutali e zenitali verranno determinati attraverso almeno tre strati di letture.

Lo scarto massimo tra i valori angolari dei vari strati non dovrà essere superiore a venti secondi centesimali. Le osservazioni che superino tali valori andranno ripetute.

Le tolleranze per l'esecuzione di poligonali secondarie e intersezioni multiple per la determinazione di nuovi punti trigonometrici atti all'esecuzione di rilievi celerimetrici ed al tracciamento delle opere saranno le seguenti:

Tolleranza angolare  $\Delta\alpha = 0g.0020 \times \sqrt{n}$  dove n è il numero dei vertici della poligonale;

Tolleranza lineare  $\Delta L = 0.015 \times \sqrt{\sum l}$  (Km) + 0.005 x n + 0.005 x  $\sum l$  (km) dove  $\sum l$  è la sommatoria della lunghezza dei lati ed n il numero dei vertici della poligonale.

La posizione altimetrica dei vertici della poligonale sarà ottenuta secondo una delle due procedure seguenti:

- Determinando il dislivello tra le successive coppie di punti con osservazioni zenitali, effettuando la collimazione reciproca e mediando successivamente i valori calcolati in andata e ritorno. Verranno eseguiti almeno quattro strati di lettura per ogni punto collimato e gli angoli ottenuti, per essere mediabili dovranno presentare uno scarto inferiore a venti secondi centesimali
- Mediante livellazione tecnica.

#### **5.6.3.5 RegISTRAZIONI delle misure**

Vale quanto riportato al par. 5.6.2.5.

#### **5.6.3.6 Compensazione ed elaborazione dati**

I dati rilevati per il calcolo delle coordinate planimetriche dei punti di stazione saranno sottoposti a procedura analitica di compensazione e di calcolo.

#### **5.6.3.7 Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi**

Per i vertici delle poligonali secondarie se necessario l'Impresa predisporrà (e fornirà alla Direzione Lavori) uno schizzo planimetrico atto a permetterne l'identificazione, questo dovrà contenere:

- coordinate rettilinee;
- distanza del vertice da almeno tre punti caratteristici, stabiliti e facilmente individuabili sul terreno; in galleria invece verrà indicata la progressiva;
- data di materializzazione;
- quota del vertice;
- schizzo prospettico o fotografia;
- numerazione.

#### **5.6.3.8 Elaborati poligonali secondarie**

Per le varie attività verrà predisposta dall'Impresa (e fornita alla Direzione Lavori) la seguente documentazione cartacea e su supporto magnetico.

- grafico su apposita cartografia
- monografie dei capisaldi di partenza
- monografie dei nuovi capisaldi
- libretti di misura o file di campagna
- calcolo dell'orientamento iniziale e della compensazione
- riepilogo delle coordinate risultanti per i capisaldi.

## **5.6.4 Livellazioni di precisione**

### **5.6.4.1 Scelta dei capisaldi di partenza e controllo conformità degli stessi**

All'atto delle operazioni di livellazione si controllerà che i capisaldi di riferimento di partenza prescelti siano conformi a quanto indicato nelle monografie e che non presentino danneggiamenti o alterazioni di alcun tipo.

Nell'eventualità che si sia verificato un danneggiamento o una rimozione, questo caposaldo verrà scartato riferendosi ad un altro, oppure, si controllerà che il caposaldo venga ripristinato con le stesse modalità e cura di un caposaldo di nuova creazione.

### **5.6.4.2 Posizionamento e materializzazione dei nuovi capisaldi**

La materializzazione dei capisaldi della livellazione verrà realizzata mediante pilastri di calcestruzzo eseguiti in opera, di sezione di cm 30x30 fondati direttamente nel terreno a profondità non inferiore a cm 40, completi di centrini metallici a testa sferica, realizzati in metallo (o lega metallica) anticorrosivo, che porteranno incisa sulla base la scritta indicata dalla Direzione Lavori, murati e con numerazione realizzata sul calcestruzzo. E' obbligatorio l'uso di pilastri quando i vertici da materializzare ricadono in terreno libero ed in tutti quei casi in cui manchino manufatti ben stabili.

Potranno anche essere realizzati mediante centrini metallici a testa sferica murati su manufatti esistenti o su roccia, in materiale metallico (o lega metallica) anticorrosivo che porteranno incisa sulla base la scritta indicata dalla Direzione Lavori

### **5.6.4.3 Modalità di lettura strumentale e tolleranza**

La livellazione di precisione sarà condotta con il metodo della livellazione geometrica con battute dal mezzo. In ogni stazione il livello dovrà trovarsi ad uguale distanza dalle due stadi, con approssimazione non superiore al metro, e la distanza tra lo strumento e la stadia non dovrà superare i 40 metri.

La misura del dislivello da caposaldo iniziale a caposaldo finale dovrà essere eseguita in andata e ritorno, in ore e giorni diversi se necessario. In ogni caso bisognerà evitare le ore calde o di foschia e le visuali radenti.

La discordanza tra il dislivello misurato in andata e quello in ritorno, tra caposaldo iniziale e finale, non dovrà superare la tolleranza di  $\text{mm} \pm 6 \sqrt{D}$ , dove D è la distanza espressa in Km.

Nel caso che detta discordanza risultasse superiore si dovrà ripetere la livellazione.

Qualora lungo il percorso della livellazione si trovassero più capisaldi, la livellazione stessa si svilupperà tra ciascuna coppia di questi.

Comunque, la tolleranza tra caposaldo iniziale e caposaldo finale di tutta la livellazione dovrà essere contenuta nel limite anzidetto.

Qualora la linea di livellazione si chiuda a formare un poligono di D chilometri, l'errore di chiusura (ovvero il risultato che si ottiene sommando le medie tra andata e ritorno dei dislivelli misurati sui tratti successivi della linea), non deve essere superiore a  $\text{mm} \pm 3,5 \sqrt{D}$ , dove D è il percorso totale espresso in Km.

Prima di collegare la livellazione con un caposaldo della livellazione di precisione, è fatto obbligo di assicurarsi che la quota del caposaldo sia rimasta invariata nel tempo.

Con la livellazione si dovrà determinare un caposaldo per ogni chilometro di linea livellata, che potrà anche coincidere con i vertici della poligonale.

Per la posa di nuovi capisaldi di livellazione si dovrà comunque prendere per origine almeno due capisaldi di quota nota della livellazione di precisione.

#### **5.6.4.4 Registrazione delle misure**

Vale quanto riportato al par. 5.6.2.5.

#### **5.6.4.5 Compensazione ed elaborazione dati**

Per il calcolo delle quote definitive i dati rilevati, che rientrino nelle tolleranze stabilite, verranno sottoposti a procedura analitica di compensazione e di calcolo.

#### **5.6.4.6 Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi**

Per la livellazione di precisione l'Impresa predisporrà (e fornirà alla Direzione Lavori) la seguente documentazione:

- monografie dei capisaldi ai quali è stata riferita la livellazione e monografie dei capisaldi messi in opera lungo il percorso della nuova livellazione che conterranno:
  - quota del caposaldo al mm;
  - data di materializzazione;
  - numerazione progressiva alfanumerica.
- Inoltre per i capisaldi all'esterno delle gallerie:
  - schizzo planimetrico con l'indicazione di almeno tre distanze da punti caratteristici, stabili e facilmente identificabili sul terreno;
  - schizzo prospettico e fotografia.

#### **5.6.4.7 Elaborati livellazioni di precisione**

Per le varie attività verrà predisposta dall'Impresa (e fornita alla Direzione Lavori) la seguente documentazione cartacea e su supporto magnetico:

- grafico su apposita cartografia
- monografie dei capisaldi di partenza
- monografie dei nuovi capisaldi
- libretti di misura o file di campagna
- calcolo della compensazione
- riepilogo delle coordinate risultanti per i capisaldi.

### **5.6.5 Livellazioni tecniche**

#### **5.6.5.1 Scelta dei capisaldi di partenza e controllo conformità degli stessi**

Vale quanto riportato al par.5.6.4.1.

#### **5.6.5.2 Posizionamento e materializzazione dei nuovi capisaldi**

Vale quanto riportato al par. 5.6.4.2.

#### **5.6.5.3 Modalità di lettura strumentale e tolleranze**

Per la posa di nuovi capisaldi si dovranno prendere per origine almeno due capisaldi di quota nota da livellazione di precisione; per l'esecuzione di tracciamenti si dovranno prendere per origine almeno due capisaldi di quota comunque nota.

Le distanze tra strumento e stadiе non dovranno superare i 40 metri, le battute saranno eseguite dal mezzo con ripetizione della misura in andata e ritorno. Dette misure dovranno succedersi senza intervallo di tempo e con lo stesso operatore. La discordanza tra dislivello misurato in andata e quello misurato in ritorno non dovrà superare la tolleranza di  $\text{mm} \pm 18 \sqrt{D}$  dove D è la distanza totale percorsa espressa in Km; qualora la linea di livellazione si chiuda ad anello, l'errore di chiusura non dovrà essere superiore a  $\text{mm} \pm 13 \sqrt{D}$ . Nel caso risultasse superiore, si ripeterà la misura del tratto.

Prima di collegare la livellazione con un caposaldo preesistente sarà necessario assicurarsi che la quota del caposaldo di riferimento sia rimasta invariata nel tempo.

#### **5.6.5.4 Registrazione delle misure**

Vale quanto riportato al par. 5.6.2.5.

#### **5.6.5.5 Compensazione di elaborazione dati**

Per il calcolo delle quote definitive i dati rilevati, che rientrino nelle tolleranze stabilite, verranno sottoposti a procedura analitica di compensazione e calcolo.

#### **5.6.5.6 Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi**

Per la livellazione tecnica sarà necessario che l'Impresa predisponga (e fornisca alla Direzione Lavori) la seguente documentazione:

- monografie dei capisaldi della livellazione ai quali è stata riferita la nuova operazione
- monografie dei nuovi capisaldi determinati, comprensive di schizzo planimetrico, schizzo prospettico e fotografia ovvero distanza progressiva, quota, numerazione, data di materializzazione.

#### **5.6.5.7 Elaborati livellazioni tecniche**

Per le varie attività verrà predisposta dall'Impresa (e fornita alla Direzione Lavori) la seguente documentazione cartacea e su supporto magnetico.

- grafico su apposita cartografia
- monografie dei capisaldi di partenza
- monografie dei nuovi capisaldi
- libretti di misura o file di campagna
- calcolo della compensazione
- riepilogo delle coordinate risultanti per i capisaldi.

### **5.6.6 Rilievi planoaltimetrici**

#### **5.6.6.1 Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi**

Vale quanto riportato al par. 5.6.4.1.

#### **5.6.6.2 Orientamento iniziale**

Da ogni punto di stazione, al fine di trasformare le letture degli angoli orizzontali di direzione in angoli azimutali da utilizzare per il calcolo delle coordinate planimetriche dei punti rilevati, si dovrà collimare ad un punto di coordinate note e ricavare l'angolo di correzione per l'orientamento del cerchio orizzontale come differenza tra il valore azimutale calcolato a partire dalle coordinate del punto collimato e del punto di stazione ed il valore corrispondente dell'angolo di direzione letto.

Tale orientamento andrà verificato su un secondo punto di coordinate note e sarà accettato se la differenza angolare non superi i 20 secondi centesimali.

#### **5.6.6.3 Modalità di lettura strumentale e tolleranze, registrazione delle misure, elaborazione dati**

##### **Rilievo celerimetrico**

I punti da rilevare vanno scelti in modo da registrare ogni variazione dell'andamento altimetrico del terreno che superi un numero di centimetri pari ad  $N/10$ , con  $N$  uguale al denominatore della scala di restituzione, da poter posizionare ogni manufatto o rete infrastrutturale presente, le linee di confine tra proprietà differenti, le diverse colture e le essenze naturali arborate isolate o in gruppo; in particolare, lungo il tracciato dell'elettrodoto vanno rilevati tutti i punti idonei a definirne la posa e di ogni altro particolare che sarà concordato preventivamente con la Direzione Lavori.

Il rilievo deve essere effettuato per coordinate polari (distanza, angolo di direzione, angolo zenitale, dislivello) a partire da ogni punto di stazione per i punti la cui distanza dal punto di stazione non superi i 500 m collimando al prisma ed effettuando una singola lettura per ciascuna delle grandezze.

La restituzione cartografica deve avvenire dopo aver trasformato le coordinate polari in coordinate di un riferimento orientato in modo assoluto.

Per ognuno dei punti rilevati vanno registrati su apposito supporto (quaderno di campagna, supporto magnetico o registratore dati) i valori delle grandezze relative idonee alla determinazione della posizione planoaltimetrica rispetto al punto di stazione.

Il piano quotato così ottenuto sarà restituito su adatto supporto cartaceo e magnetico che verranno forniti alla Direzione Lavori.

### Rilievo per sezioni

Ferme restando le norme circa la scelta ed il controllo della conformità dei capisaldi di partenza, il calcolo dell'orientamento iniziale, la scelta della strumentazione e le tolleranze planoaltimetriche per punti isolati e ben individuati sulla restituzione e sul terreno, per quanto riguarda il rilievo di sezioni trasversali all'asse di progetto, la loro posizione verrà materializzata sul terreno tramite tondini di ferro posti alle estremità delle sezioni stesse e dove necessario. Detti tondini saranno adeguatamente sporgenti dal terreno e verniciati di colore intenso per facilitarne il ritrovamento.

Le sezioni si estenderanno per oltre 15 m circa dalla posizione prevista per il limite dei lavori.

Le stazioni di rilievo saranno possibilmente poste sulla linea d'asse della sezione stessa o ad un suo estremo.

In caso contrario esse saranno materializzate come i punti terminali delle sezioni.

Nei due casi, quando necessario, le stazioni di rilievo potranno essere più di una e non necessariamente visibili tra di loro.

Per ogni punto di stazione andrà redatto uno schizzo planimetrico idoneo a permettere di rintracciarne la posizione.

I punti da rilevare dovranno essere scelti in modo tale da registrare ogni variazione dell'andamento altimetrico del terreno compatibilmente con la scala del rilievo (variazione in centimetri pari a  $N/10$  dove  $N$  è uguale al denominatore della scala di restituzione).

Le sezioni trasversali andranno numerate progressivamente e disegnate in scala 1:200 e rese su supporto magnetico da fornire alla Direzione Lavori.

- Tolleranze ed elaborazione dati
  - a) Per i punti del terreno rilevati sono stabilite le seguenti tolleranze:
    - i. tolleranza planimetrica tra due punti isolati ben individuabili sulla restituzione grafica e sul terreno:
      - scala 1:500             $T_p < \pm 20$  cm
      - scala 1:200             $T_p < \pm 10$  cm
    - ii. tolleranza altimetrica tra due punti analoghi ai precedenti:
      - scala 1:500             $T_a \leq \pm 5$  cm
      - scala 1:200             $T_a \leq \pm 2$  cm
- L'elaborazione dei dati sarà eseguita manualmente o tramite software di sperimentata affidabilità; a richiesta detto software sarà fornito alla Direzione Lavori per lo svolgimento delle necessarie operazioni di sorveglianza.

- Il formato dei file di rilievo e restituzione cartografica sarà conforme a quanto indicato dalla Direzione Lavori

#### **5.6.6.4 Elaborati rilievi planoaltimetrici**

Per le varie attività verrà predisposta dall'Impresa (e fornita alla Direzione Lavori) la seguente documentazione cartacea e su supporto magnetico:

- grafico su apposita cartografia
- monografie dei capisaldi di partenza
- calcolo dell'orientamento iniziale
- libretti di misura o file di campagna
- elaborazione dati manuale e tramite software.

#### **5.6.7 Tracciamenti planoaltimetrici**

##### **5.6.7.1 Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi**

Vale quanto riportato al paragrafo 5.6.4.1.

##### **5.6.7.2 Orientamento iniziale**

Verrà calcolato l'angolo di direzione ad almeno due capisaldi noti. L'orientamento avverrà al caposaldo più lontano dal punto di stazione e si controllerà la veridicità dell'operazione attraverso l'orientamento al caposaldo più vicino.

##### **5.6.7.3 Calcolo dei valori di tracciamento**

Verrà eseguito il calcolo dei valori di tracciamento per il posizionamento dei punti di progetto (o riferimento degli stessi) che permettano la corretta esecuzione delle opere od il controllo di apparecchiature e mezzi d'opera, come ad esempio:

- realizzazione di carpenterie
- posizionamento di cassature
- posizionamento di apparecchiature a luce laser per il tracciamento, controllo delle gallerie o guida di macchinari adatti allo scavo delle stesse.

La correlazione tra i dati di progetto e i capisaldi planoaltimetrici dovrà essere documentata in appositi piani di lavoro topografici, redatti e controfirmati dal Topografo Senior responsabile per la topografia completi di tutti i dati analitici e grafici necessari all'immediato posizionamento dei punti per l'esecuzione dell'opera.

##### **5.6.7.4 Modalità di tracciamento e tolleranze**

L'esecuzione del tracciamento planimetrico avverrà per coordinate polari o rettangolari, stazionando su punti di coordinate note.

Al termine delle operazioni di tracciamento delle opere verranno eseguite, dove possibile, misure dirette di controllo sul posizionamento dei riferimenti.

Tutti i riferimenti atti al tracciamento delle opere saranno muniti delle relative indicazioni per l'esecuzione delle stesse che dovranno essere riportate, a seconda dei casi e in maniera inequivocabile, con scritte a vernice di colorazione intensa o pennarello indelebile, poste nelle immediate vicinanze su manufatti, targhette metalliche o picchetti.

Detti riferimenti potranno essere integrati o sostituiti da appositi schizzi o tabelle opportunamente compilate e sottoscritte dal Topografo Senior responsabile per la topografia.

L'esecuzione del tracciamento altimetrico delle opere avverrà tramite livellazione tecnica in andata e ritorno passante per due capisaldi di quota nota.

### **5.6.7.5 Elaborati tracciati planoaltimetrici**

Per le varie attività verrà predisposta dall'Impresa (e fornita alla Direzione Lavori) la seguente documentazione cartacea e su supporto magnetico:

- grafico su apposita cartografia
- monografie dei capisaldi di partenza
- calcolo dell'orientamento iniziale
- riferimento agli elaborati di progetto
- calcolo dei valori di tracciamento
- schizzi o tabelle di riferimento (se redatte).

### **5.6.7.6 Squadra topografica**

Il responsabile rilievi dell'Impresa, qualificato come Topografo Senior, si avvarrà della collaborazione di altri Topografi Senior o Junior o Cannelleggianti a seconda delle esigenze della specifica attività.

La composizione minima dei gruppi di rilievo dovrà essere comunque la seguente:

il Topografico Senior e fino a 2 Cannelleggianti, che dovranno essere messi a disposizione della Direzione Lavori, anche senza preavviso, per ogni operazione di controllo si rendesse necessaria.

## **5.7 Controlli di qualità**

### **5.7.1 Controlli generali**

Per ogni lavoro di rilevazione topografica effettuata in qualsiasi fase di realizzazione del progetto, si dovrà controllare che sia adottata o si faccia riferimento ad una unica rete di capisaldi.

Tale verifica dovrà essere sempre riportata sui certificati relativi ai lavori topografici.

### **5.7.2 Qualificazione e controlli sul personale**

Il personale dell'Impresa addetto all'uso della strumentazione topografica e allo sviluppo sul terreno dei lavori topografici (triangolazioni, poligonazioni, livellazioni, tracciamenti, ecc.), sarà organizzato in squadre costituite, secondo la composizione stabilita al paragrafo 5.6.7.6, da almeno un Topografo Senior e da Topografi Junior che dovranno possedere i seguenti requisiti:

#### **a. Topografo Senior**

Titolo di studio minimo: Geometra o equivalente;

Esperienza lavorativa minimo: 5 anni;

Conoscenza e padronanza degli strumenti impiegati;

Conoscenza specifica della normativa I.G.M.I. e della documentazione contrattuale

Conoscenza specifica dei metodi di calcolo

#### **b. Topografo Junior**

Titolo di studio minimo: Geometra o equivalente;

Esperienza lavorativa: 2 anni;

Conoscenza e padronanza degli strumenti impiegati;

Conoscenza della normativa I.G.M.I. e della documentazione contrattuale

Conoscenza dei metodi di calcolo

I suddetti requisiti dovranno essere documentati da un curriculum dettagliato riportante le esperienze specifiche, con riferimento alla strumentazione utilizzata, da consegnare alla Direzione Lavori

L'idoneità del personale dovrà essere certificata alla Direzione Lavori da parte dell'Impresa.

Copia delle certificazioni saranno allegate al dossier di qualifica del rilievo o dell'opera a cui si riferisce il lavoro topografico.

### **5.7.3 Controlli sulle attrezzature e documentazioni**

Copia dei certificati di taratura saranno allegati al dossier di qualifica del rilievo o dell'opera a cui si riferisce il lavoro topografico.

Il Responsabile rilievi dell'Impresa avrà inoltre cura di predisporre un adeguato numero di libretti di misura, che dovranno essere autenticati e vidimati, numerando progressivamente le pagine e i libretti stessi, da parte della Direzione Lavori e/o del Committente.

Sui libretti, riempiti senza pagine bianche, i dati dovranno essere riportati in maniera indelebile e senza cancellazioni invisibili.

### **5.7.4 Controlli in corso d'opera**

#### **5.7.4.1 Strumentazione**

Si dovrà verificare, prima di iniziare il lavoro topografico l'efficienza della strumentazione.

Il risultato del controllo da effettuarsi in contraddittorio con la Direzione Lavori sarà annotato nella documentazione con il risultato del lavoro topografico.

#### **5.7.4.2 Capisaldi**

Al momento in cui verranno stabiliti dei nuovi capisaldi, si dovranno effettuare i seguenti controlli:

- che i capisaldi di riferimento di partenza prescelti siano conformi a quanto indicato precedentemente e che non presentino danneggiamenti o alterazioni di alcun tipo; nell'eventualità che si sia verificato un danneggiamento o una rimozione, si controllerà che il caposaldo venga ripristinato con le stesse modalità e cura di un caposaldo di nuova creazione, compresa la redazione di ulteriori documenti e certificati da allegare al dossier di qualifica del ripristino.
- che i capisaldi di nuova creazione siano conformi e muniti di quanto indicato al punto 5.6.2.2 della presente sezione del Capitolato Speciale d'Appalto, in particolare:
  - borchie su manufatti stabili nel terreno;
  - realizzati con pilastri in cemento;
  - corredati della monografia descrittiva.

L'esito dei controlli sarà annotato sul certificato previsto e consegnato alla Direzione Lavori.

## **6. SCAVI**

### **6.1 Norme generali**

#### **6.1.1 Definizione e generalità**

Per scavo, qui inteso a cielo aperto, o comunque eseguito con modalità analoghe a quelle dello scavo a cielo aperto, s'intende l'asportazione dalla loro sede di terreni e materiali litoidi di qualsiasi natura. L'asportazione comprende la rimozione dei materiali scavati ed il loro trasporto per l'eventuale riutilizzo nell'ambito del cantiere o per la destinazione a rifiuto.

Per lo scavo relativo alle opere in sotterraneo si faccia riferimento allo specifico capitolo del presente Capitolato.

La demolizione di sovrastrutture stradali preesistenti è considerata, salvo che essa non figuri autonomamente tra le voci dell'Elenco Prezzi allegato al progetto e salvo casi particolari, come un lavoro di scavo.

Gli scavi sono di norma finalizzati a realizzare superfici o cavità a geometria definita e si dividono in:

scavi di sbancamento;

scavi di fondazione (detti talora anche “scavi a sezione obbligata”).

In relazione agli spazi operativi disponibili, alla vicinanza di strutture preesistenti, alle geometrie da rispettare ed alla consistenza dei materiali da scavare gli scavi potranno essere eseguiti a mano, con mezzi meccanici e con l'impiego di esplosivi.

L'Appaltatore dovrà provvedere ad apporre alle aree di scavo opportune recinzioni e segnaletiche diurne e notturne secondo le vigenti norme di legge e le prescrizioni del Piano di Sicurezza e Coordinamento. Dovrà inoltre adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione ecc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrati di qualsiasi natura, comprese tra le cautele la temporanea sostituzione dei manufatti, la deviazione delle reti ed il tempestivo ripristino a fine lavori.

Ai sensi dell'art. 35 del D.P.R. n. 145/2000, fatta eccezione per i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, appartiene alla Stazione Appaltante la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia, compresi i relativi frammenti, che si dovessero reperire nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'Appaltatore ha diritto al rimborso delle spese sostenute per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'integrità ed il diligente recupero. Inoltre, il reperimento di cose di interesse artistico, storico o archeologico, deve essere immediatamente comunicato alla Stazione Appaltante. L'Appaltatore non può demolire o comunque alterare i reperti, né può rimuoverli senza autorizzazione della Stazione Appaltante.

Nell'esecuzione dei lavori di scavo l'Appaltatore dovrà comunque farsi carico delle prescrizioni e degli oneri di seguito elencati, a titolo descrittivo e non limitativo.

### ***6.1.2 Geometria degli scavi***

L'Appaltatore è tenuto a rispettare la geometria degli scavi prevista dal progetto. In particolare dovrà rifinire il fondo e le pareti dello scavo secondo quote e pendenze di progetto, curando anche che il fondo degli scavi sia compattato secondo le indicazioni del progetto.

Per quanto riguarda le opere di sostegno multitirantate, nessuno scavo potrà essere eseguito al disotto della quota prevista per la realizzazione dell'ordine di tiranti in corso, se prima l'ordine stesso non sarà completato e messo in tensione.

Qualora negli scavi si fossero superati i limiti assegnati, l'Appaltatore dovrà ricostituire i volumi scavati in più, utilizzando materiali idonei.

Prima di procedere a fasi di lavoro successive, l'Appaltatore dovrà segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi per l'eventuale ispezione da parte della Direzione Lavori.

### ***6.1.3 Puntellature, franamenti, scavo per campioni***

Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbadacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Appaltatore dovrà provvedervi a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti. In ogni caso resta a carico

dell'Appaltatore il risarcimento per i danni dovuti a tali motivi, subiti da persone, cose o dall'opera medesima.

Nel caso di franamento degli scavi è a carico dell'Appaltatore procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo. Nulla è dovuto all'Appaltatore per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbadacchiature.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono, lo richiedano, l'Appaltatore sarà tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e murarie.

L'Appaltatore dovrà prevedere tutti gli opportuni e necessari accorgimenti realizzativi (opere, riprofilature, berme intermedie, regimazione e allontanamento delle acque superficiali, proiezione di betoncino stabilizzante, rivestimenti con membrane, ecc.) per garantire durante tutte le fasi del lavoro la stabilità dei fronti di scavo con adeguati margini di sicurezza.

Qualora il caso lo richieda, per prevenire possibili danni a persone e cose nelle zone adiacenti agli scavi, l'Appaltatore dovrà altresì mettere in opera un'opportuna strumentazione di misura, fissa e/o mobile, atta a valutare i movimenti del terreno e/o le sue vibrazioni, indotti dagli scavi da effettuare, in corso o già effettuati.

La realizzazione degli scavi deve avvenire per concii successivi, la cui estensione dovrà essere ponderata alla luce di:

- condizioni idrauliche;
- effettive condizioni di stabilità del fronte (condizioni geotecniche, stratigrafiche);
- necessità di interventi e/o accorgimenti.

La fasistica e la tempistica realizzativa degli scavi devono essere tali da garantirne la stabilità, in riferimento alla natura dei terreni (permeabilità, granulometria, plasticità, ecc.), con riguardo alla loro importanza e tenuto conto dei rischi che da essi derivano. In questo contesto, i tempi di apertura degli scavi dovranno essere sufficientemente contenuti al fine di considerare realistiche le ipotesi di condizioni non drenate per il terreno residuo e per scongiurare il rischio di fenomeni di rilascio tensionale e rotture progressive dei terreni coinvolti (decadimento della resistenza al taglio).

Le pendenze degli scavi provvisori riportate sugli elaborati grafici di progetto sono del tutto indicative e dovranno essere verificate alla luce delle effettive condizioni geotecniche, idrogeologiche ed idrauliche in sito.

#### **6.1.4 Disboscamento**

L'Appaltatore dovrà inoltre procedere, quando necessario, al taglio delle piante presenti nell'area di cantiere, all'estirpazione delle ceppaie ed all'eventuale loro trasporto in aree apposite.

#### **6.1.5 Materiali di risulta: riutilizzo e sistemazione a deposito**

I materiali provenienti dagli scavi dovranno essere caratterizzati dal punto di vista della compatibilità ambientale, a cura dell'Appaltatore, in accordo con la normativa vigente (D.Lgs. 152/2006).

Nel caso in cui venga accertata la compatibilità ambientale, tale materiale potrà essere utilizzato secondo quanto previsto negli elaborati di progetto e l'Appaltatore dovrà, tra l'altro, farsi carico dell'eventuale deposito temporaneo e custodia dello stesso.

Nel caso contrario, i materiali di scavo dovranno essere trattati come un rifiuto e potranno essere riutilizzati o smaltiti secondo quanto previsto nelle normative vigenti.

Qualora l'Appaltatore dovesse eseguire scavi in terreni lapidei, giudicati idonei dalla Direzione Lavori, il materiale di risulta potrà essere riutilizzato in cantiere, previa le opportune lavorazioni:

per opere di protezione idraulica, per le murature, per la formazione di rilevati o riempimenti, per i drenaggi nel terreno, per opere di ingegneria ambientale, per formazione degli aggregati da impiegare nel confezionamento delle miscele dei conglomerati, ecc.; il tutto a cura e spese dell'Appaltatore e secondo le prescrizioni delle vigenti norme, del progetto e del presente Capitolato..

### **6.1.6 Scavi con esplosivi**

Per l'impiego di esplosivi (mine) nell'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà ottenere, a sua cura e spese, le autorizzazioni da parte delle autorità competenti ed osservare tutte le prescrizioni imposte dalle leggi e dai regolamenti in vigore.

Lo sparo di mine effettuato in vicinanza di strade, di ferrovie, di luoghi abitati, di linee aeree di ogni genere, dovrà essere attuato con opportune cautele in modo da evitare il danneggiamento delle proprietà limitrofe a causa sia della proiezione a distanza del materiale sia degli effetti vibrazionali nocivi, che dovranno essere tenuti sotto controllo mediante monitoraggio.

In particolare, l' Appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni contenute nelle norme:

- UNI 9614 (misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo), UNI EN ISO 9614 (acustica: determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante il metodo intensi metrico), UNI ISO 2631-1 (vibrazioni meccaniche e urti: valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero - requisiti generali), ISO 2631-2 (mechanical vibration and shock - evaluation of human exposure to whole-body vibration: vibration in buildings (1 Hz to 80 Hz)) per disturbi alle persone provocati dalle vibrazioni e dai rumori;
- UNI 9916 (criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici) e ISO 4866 (mechanical vibration and shock - vibration of fixed structures: guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on structures) per danni che si possono arrecare alle opere vicine a causa delle vibrazioni, degli spostamenti orizzontali e/o verticali del terreno, provocati durante le volate.

Nel caso che per la vicinanza di agglomerati civili o industriali o per i risultati del monitoraggio, le cautele sopracitate non fossero ritenute sufficienti ad evitare danneggiamenti alle proprietà limitrofe, l'Appaltatore dovrà eseguire gli scavi con opportuni mezzi meccanici.

### **6.2 Scavi di sbancamento**

Sono così denominati, salvo diverse e sovraordinate disposizioni, gli scavi occorrenti per:

- la formazione del sedime d'imposta dei fabbricati;
- l'apertura delle sedi stradali, dei piazzali e delle opere accessorie, portati a finitura secondo i tipi di progetto;
- le gradonature di ancoraggio dei rilevati, previste per terreni con pendenza superiore al 20%;
- le bonifiche del piano di posa di rilevati o di altre opere;
- gli spianamenti del terreno;
- l'impianto di opere d'arte;
- il taglio delle scarpate di trincee, rilevati e sponde di corsi d'acqua;
- la formazione o approfondimento di cunette, fossi e canali.

### 6.3 Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione s'intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

Questo piano sarà determinato, a giudizio della Direzione Lavori, o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia dell'accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, spinti alle necessarie profondità, fino al rinvenimento del terreno della capacità portante prevista in progetto.

Qualora si rendesse necessario, dopo l'esecuzione dello scavo, il ripristino delle quote per l'impronta della fondazione dell'opera, i materiali da utilizzare saranno costituiti da materiale arido da riempimento, appartenente alla categoria A1 e ben costipato e, per l'ultimo strato (di spessore pari orientativamente a  $5 \div 30$  cm), preferibilmente da sabbia fine lavata o da terra stabilizzata tramite idoneo legante o da calcestruzzo a bassa o bassissima resistenza meccanica.

Al termine del ripristino dei piani d'imposta, salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate dalla necessità di garantire maggiore stabilità alla fondazione, il modulo di deformazione  $M_d$  al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm), dovrà risultare non inferiore a 40 MPa nell'intervallo  $1,5 \div 2,5$  daN/cm<sup>2</sup>.

I piani di fondazione, salvo diverse prescrizioni del progetto, saranno di norma perfettamente orizzontali, o disposti a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate; le pareti saranno verticali od a scarpa.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, ma in tal caso, salvo diverse e sovraordinate prescrizioni, nulla è dovuto per il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza.

L'Appaltatore dovrà evitare che il terreno di fondazione subisca rimaneggiamenti o deterioramenti prima della costruzione dell'opera. In particolare eventuali acque ruscellanti o stagnanti dovranno essere allontanate dagli scavi.

È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese al riempimento, con materiali idonei, sia dal punto di vista prestazionale sia da quello della compatibilità ambientale, dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature, ed al loro costipamento fino alla quota prevista. Per gli scavi a sezione obbligata, necessari per la collocazione di tubazioni (condotte per acqua o reflui, condotte per gas, condotte per cavi elettrici, cavi elettrici autoprotetti, ecc.), l'Appaltatore dovrà provvedere al rinterro con materiali idonei, da sottoporre preventivamente ad approvazione nel caso in cui tali servizi siano gestiti da soggetti terzi, sopra le condotte e le fognature.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 14/01/2008, con particolare riferimento al paragrafo 6.8.

### 6.4 Scavi subacquei e scavi all'asciutto

L'Appaltatore dovrà assicurare in ogni caso il regolare deflusso delle acque interessanti le aree di cantiere, sia relative a corpi idrici preesistenti, sia dovute alle infiltrazioni nel terreno, sia dovute a precipitazioni atmosferiche, facendosi carico di tutti gli oneri per la regimazione temporanea e per i necessari ripristini, secondo le vigenti norme di legge.

Gli scavi sono considerati “subacquei”, solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Comunque, ove possibile, tale circostanza deve essere scongiurata e quindi gli scavi verranno eseguiti di norma all'asciutto, cioè in assenza di accumuli d'acqua sul fondo degli stessi. A tal fine l'Appaltatore dovrà predisporre adeguati drenaggi e aggottamenti per captare e allontanare con continuità eventuali venute d'acqua di infiltrazione o di ruscellamento.

I mezzi predisposti per l'aggottamento dell'acqua dovranno essere nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento del fondo dello scavo ed essere sempre mantenuti in perfetta efficienza.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Appaltatore dovrà provvedere, di sua iniziativa ed a sue cura e spese:

- ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi;
- a togliere ogni impedimento ed ogni causa di rigurgito, che si opponesse al regolare deflusso delle acque, anche ricorrendo all'apertura di canali fugatori;
- agli adempimenti previsti dalle vigenti leggi in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento;
- all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico temporaneo;
- agli oneri per l'eventuale trattamento e/o smaltimento delle acque.

## **7. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI**

### **7.1 Premessa**

Ai sensi dell'art. 36 del D.P.R. n. 145/2000, fatto salvo il rispetto di quanto riportato in progetto circa il loro riutilizzo o altre sovraordinate clausole contrattuali, i materiali provenienti da escavazioni o demolizioni sono di proprietà dell'Amministrazione. L'Appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli nel luogo stabilito negli atti contrattuali, intendendosi di ciò compensato coi prezzi degli scavi e delle demolizioni relative. Qualora gli atti contrattuali prevedano la cessione di detti materiali all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

I materiali di risulta provenienti da demolizioni o rimozioni dovranno essere gestiti secondo quanto prescritto dalla normativa vigente (D.Lgs. 152/2006).

### **7.2 DEMOLIZIONE DI MURATURE, FABBRICATI E STRUTTURE**

#### **7.2.1 Generalità**

Rientrano in questo capitolo le demolizioni di fabbricati, di muraure e di strutture di qualsiasi genere. In particolare per quel che riguarda i manufatti in calcestruzzo sono contemplati sia quelli in calcestruzzo semplice sia quelli in calcestruzzo armato o precompresso. Le demolizioni potranno essere integrali o parziali a sezione obbligata e potranno essere eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

#### **7.2.2 Mezzi da impiegare**

Per le demolizioni di cui sopra si potranno impiegare vari mezzi:

- meccanici: scalpello manuale o meccanico, martello demolitore; cesoia manuale o elettromeccanica, fiamma ossidrica;
- chimici ad azione lenta: agenti espansivi senza propagazione di onda d'urto
- chimici ad azione rapida: agenti esplosivi
- idraulici: pompe ad altissima pressione (idrodemolizione)

L'Appaltatore impiegherà i mezzi previsti dal progetto o, in mancanza, quelli di propria convenienza, purché idonei allo scopo e ritenuti tali dalla Direzione Lavori.

### **7.2.3 Criteri e precauzioni**

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni ed accorgimenti in modo da garantire la sicurezza delle operazioni ed in particolare prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso. L'Appaltatore dovrà anche definire modalità operative finalizzate ad evitare la formazione e dispersione di polveri nell'atmosfera.

Inoltre l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbadacchiare le parti pericolanti e tutte le possibili cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e circostanti e le proprietà di terzi.

L'Appaltatore sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

L'Appaltatore dovrà anche mettere in atto una recinzione provvisoria, la necessaria segnaletica diurna e notturna ed ove necessario la guardiania, nei luoghi interessati dalle demolizioni.

Nel caso d'impiego di esplosivi saranno a carico dell'Appaltatore gli oneri connessi con la richiesta e l'ottenimento di tutti i permessi necessari da parte delle competenti Autorità, la fornitura di tutti i materiali necessari e il loro trasporto, stoccaggio e impiego in linea con le misure di sicurezza fissate dalla legge. Inoltre l'Appaltatore sarà tenuto ad utilizzare personale in possesso dei titoli di qualifica previsti dalla legge, documentandolo opportunamente.

Saranno a carico dell'Appaltatore, qualora non diversamente ed esplicitamente previsto in contratto, le operazioni connesse alla risoluzione, fino a ripristino, delle eventuali interferenze di ogni genere connesse con le demolizioni da effettuare (es. strade, ferrovie, corsi d'acqua, linee elettriche, condotte).

Nel caso di demolizioni parziali del calcestruzzo armato potrà essere richiesto il trattamento con getto di vapore e pressione di  $0,7 \div 0,8$  MPa, per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri di armatura dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

Tra gli oneri dell'Appaltatore rientra anche, salvo diverse prescrizioni di progetto, la pulizia delle aree sulle quali sono eseguite le opere di demolizione, nonché il riempimento di eventuali scavi, fino ad ottenere un piano di lavoro adeguato allo svolgimento delle successive operazioni previste dal progetto. Tutte queste operazioni, ed in particolare gli eventuali rinterri, devono essere eseguite in linea con le prescrizioni delle altre sezioni del presente Capitolato.

### **7.2.4 Demolizioni su strade ed autostrade in esercizio**

Per le demolizioni da eseguirsi su strade o autostrade in esercizio, l'Appaltatore dovrà adottare tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la Direzione di Tronco del Gestore dell'autostrada, o con l'Ufficio preposto dell'Ente proprietario, tramite la

Direzione Lavori o in accordo con essa, le eventuali interruzioni di traffico, che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.

In particolare, la demolizione degli impalcati di gallerie artificiali e cavalcavia in c.a., c.a.p. e in struttura mista, collocati a scavalco di strade e autostrade in esercizio, dovrà essere eseguita per quanto possibile fuori opera, previ taglio in parti delle strutture esistenti e loro separazione e rimozione per tramite di opportune attrezzature. Durante tali operazioni, che devono essere effettuate da parte di personale specializzato, dovrà essere sempre garantita la sicurezza degli operatori. Le parti così asportate saranno poi demolite con le modalità più appropriate, entro aree appositamente prestabilite.

### **7.2.5 Idrodemolizioni**

L'idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio su strutture di ponti e viadotti dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature, atte a produrre getti d'acqua collimati, a pressione modulabile almeno fino a 1500 bar, con portate fino a 300 l/min e regolabili per quanto attiene la velocità operativa.

Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati, senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata in progetto.

L'Appaltatore dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e la pulizia della superficie risultante.

Dovrà altresì curare che la caduta di materiali e della stessa acqua, mista a polveri, nella zona sottostante ed adiacente quella di lavoro, non abbia a provocare danni alle persone e, nel caso di eventuali danni alle cose, questi dovranno essere stati previsti ed autorizzati dalla Direzione Lavori e dai proprietari delle cose stesse e ne dovrà eventualmente essere stato previsto il ripristino.

Tra i danni di cui sopra, da evitare o da produrre in modo controllato, devono essere tenuti in considerazione quelli all'ambiente, nella piena osservanza delle norme vigenti.

Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico. Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia antinfortunistica, alle quali l'Appaltatore dovrà uniformarsi in sede operativa.

## **7.3 DEMOLIZIONE DI PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO**

La demolizione di pavimentazioni in conglomerato bituminoso può essere realizzata mediante specifiche attrezzature fresatrici o mediante attrezzature tradizionali polifunzionali.

### **7.3.1 Demolizione di pavimentazione mediante frese**

La demolizione della parte della sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso deve essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta. Su parere della Direzione Lavori potranno essere impiegate fresatrici a sistema misto ( preriscaldamento leggero), purché non compromettano il legante esistente nella pavimentazione da demolire.

Le attrezzature tutte devono essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori. Devono inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo a giudizio della Direzione Lavori per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati.

La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) deve risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi tappeti da porre in opera.

L'Appaltatore si deve scrupolosamente attenere agli spessori ed alle larghezze di demolizione definiti dal progetto. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Appaltatore è tenuto a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori deve essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della demolizione deve essere mantenuto costante in tutti i punti e deve essere valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali, deve essere eseguita con attrezzature approvate dalla Direzione Lavori, munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15 cm, essa potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa, mentre per spessori superiori a 15 cm si devono effettuare due passaggi, di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm di base per lato.

Le pareti dei giunti longitudinali devono risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e prive di sgretolature.

Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo devono, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tal quale o modificato.

### ***7.3.2 Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali***

La demolizione dell'intera sovrastruttura può anche essere eseguita con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori ecc. a discrezione della Direzione Lavori ed a suo insindacabile giudizio. Le pareti verticali dello scavo devono essere perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire devono essere riparati a cura e spese dell'Appaltatore. L'Appaltatore è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita nel caso che non si proceda alla stesa del misto granulometricamente stabilizzato.

## **7.4 Rimozioni**

Per rimozione s'intende una o più delle seguenti lavorazioni:

- smontaggio di recinzione costituita da rete metallica e relativi montanti;
- smontaggio di sicurvia di qualunque tipo, sia con montanti infissi, sia con montanti ancorati tramite piastra o inghisati;
- smontaggio completo di strutture metalliche o edifici in carpenteria metallica, costituiti da struttura portante in acciaio ad elementi di qualsiasi sezione e dimensione, anche composta a traliccio e dalle relative opere di finitura ed impiantistiche;
- rimozione di box, baracche prefabbricate ed altre strutture prevalentemente in lamiera o profili sagomati a freddo, compresa la demolizione degli ancoraggi ed opere accessorie tutte;

- rimozione di parti delle suddette strutture ed edifici;
- rimozione di lastre contenenti fibre di amianto, da eseguirsi secondo le modalità prescritte dalle specifiche normative vigenti. L'esecutore di tale attività dovrà essere iscritto all' Albo Nazionale Gestori Ambientali per la Categoria 10.

Nelle rimozioni sopra elencate sono compresi gli oneri per lo smaltimento in deposito o discarica autorizzata o il trasporto nei depositi che saranno indicati dalla Direzione Lavori.

## **CAPO III. NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

### **8. MISURAZIONE DEI LAVORI**

I lavori a corpo potranno notarsi a libretto per aliquote in corrispondenza di quanto sarà eseguito ed accertato, indicando partitamente l'aliquota relativa a ciascun elemento essenziale del lavoro a corpo.

La quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, a numero o a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto, anche se dalle misure di controllo, rilevate dagli incaricati, dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori. Nel caso che dalle misure di controllo risultassero dimensioni minori ed incompatibili con la funzionalità e la stabilità delle opere previste in progetto sarà facoltà insindacabile della Direzione Lavori ordinare la demolizione delle opere e la loro ricostruzione a cura e spese dell'Impresa. Le misure saranno prese in contraddittorio, mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori, e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione Lavori e dell'Impresa. Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione della visita di collaudo.

#### **8.1 SCAVI IN GENERE**

La misurazione degli scavi verrà eseguita nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Impresa all'atto della consegna e della misurazione;
- gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero dal terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, intendendosi già compreso e compensato con il prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra i piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso Elenco Prezzi. Pertanto, la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

Gli scavi a campione saranno valutati determinando le profondità delle varie altezze con la media ponderale, campione per campione, in relazione al profilo del terreno e del fondo dello scavo.

Con i prezzi degli scavi si intendono compensati anche gli oneri relativi alla sistemazione in sito del materiale scavato, nell'ambito del cantiere, anche fuori della recinzione autostradale. Il trasporto a discarica, ove richiesto, verrà compensato a parte con il relativo prezzo di elenco.

## 8.2 CALCESTRUZZI E SMALTI

I calcestruzzi, sia di fondazione che per le opere in elevazione e gli smalti costruiti di getto in opera, saranno valutati e compensati a norma dei singoli prezzi di elenco e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi, ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

## 8.3 CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO

Il conglomerato per opere in cemento armato, di qualsiasi natura e spessore, sarà valutato per il suo volume effettivo, senza detrarre il volume del ferro che verrà pagato a parte.

I prezzi di elenco comprendono e compensano le centinature, le armature a sostegno, di ogni sorta di opere fino a m 2,00 di luce netta, i palchi provvisori di servizio, innalzamento dei relativi materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera in c.a. dovrà essere costruita, la rimozione delle armature stesse ad opera ultimata, il getto e la vibratura escluso il solo uso della autopompa che verrà compensato a parte con il corrispondente prezzo di elenco.

Per l'impiego di eventuali additivi nel cemento armato, vale quanto detto al punto 5.

## 8.4 CASSEFORME ED ARMATURA

Le casseforme, le armature di sostegno e le centinature saranno compensate solo per quanto sia esplicitamente indicato negli articoli dell'Elenco Prezzi.

Le casseforme saranno compensate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto con il conglomerato cementizio ad opera finita.

Le armature di sostegno per getti in conglomerato cementizio semplice in elevazione sono comprese e compensate nel prezzo relativo a tali getti. Le armature di sostegno delle casseforme per opere fino a m 2,00 di luce netta sono pure comprese e compensate col prezzo dei calcestruzzi semplici od armati: per luci maggiori le armature saranno compensate a parte.

## 8.5 FERRO DI ARMATURA PER CALCESTRUZZI

Il peso del ferro di armatura del calcestruzzo, di qualsiasi tipo e sezione, verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente alle varie sezioni effettivamente prescritte, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature e le sovrapposizioni per giunti non ordinati.

Il peso del ferro verrà in ogni caso determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo per ogni barra seguendo le sagomature ed uncinature e moltiplicando per il peso unitario dato dalle tabelle ufficiali U.N.I..

Con il prezzo fissato il ferro sarà fornito e dato in opera nelle casseforme, dopo aver subito tutte le piegature, sagomature e legature ordinate dalla Direzione dei Lavori, curando che la posizione dei ferri coincida con quella fissata

## 8.6 PERFORAZIONI

Le perforazioni suborizzontali o comunque inclinate, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, compresa la roccia da mina, ed anche in murature, per l'esecuzione di iniezioni, ovvero per l'infilaggio di micropali in acciaio o vetroresina, ovvero per l'esecuzione di drenaggi; le perforazioni saranno da eseguirsi sia radiali al cavo, che per il preconsolidamento del fronte di scavo, che per la riperforazione di colonne di terreno consolidate comunque disposte; le perforazioni potranno essere di qualsiasi lunghezza e verranno eseguite con ogni macchinario o sistema idoneo, saranno valutate al metro lineare, in rapporto ai tipi previsti in elenco.

***CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO NORME TECNICHE***  
***OPERE STRADALI***

**SOMMAIRE / INDICE**

NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	5
1. RILEVATI.....	5
1.1 Generalità.....	5
1.1.1 Definizioni .....	5
1.1.2 Premesse di carattere generale.....	6
1.1.3 Normativa di riferimento .....	7
1.2 Aggregati per la formazione dei rilevati.....	12
1.2.1 Provenienza dei materiali.....	12
1.2.2 Prove sui materiali .....	13
1.2.3 Documentazione soggetta ad approvazione.....	15
1.3 Preparazione del piano di posa dei rilevati .....	16
1.3.1 Scotico, bonifica, gradonature e trincee drenanti.....	16
1.3.2 Strato anticapillare e strati rinforzati.....	19
1.4 Formazione del rilevato .....	21
1.4.1 Generalità e materiali da impiegare .....	21
1.4.2 Costruzione del rilevato .....	27
1.5 Prove di controllo .....	34
1.5.1 Prove di controllo sui piani di posa.....	34
1.5.2 Altre prove di controllo.....	35
1.6 Trattamenti delle terre con calce.....	36
1.6.1 Generalità.....	36
1.6.2 Materiali.....	37
1.6.3 Studi e Prove preliminari .....	38
1.6.4 Modalità esecutive .....	42
1.7 Documentazione dei lavori.....	46
2. PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO.....	46
2.1 Leganti bituminosi di base e modificati.....	46
2.1.1 Leganti bituminosi semisolidi - caratteristiche e penali.....	46
2.1.2 Bitumi modificati con additivi .....	51
2.1.3 Bitumi con modifica “MEDIUM” .....	52
2.1.4 Bitumi con modifica “HARD” .....	52
2.1.5 Emulsioni bituminose cationiche.....	55
2.1.6 Attivanti chimici funzionali (A.C.F.).....	55
2.1.7 Dopes di adesione .....	56
2.1.8 Modificanti strutturali (MST) .....	57
2.1.9 Fibre di natura minerale (vetro) e mista (vetro + agglomerante).....	57
2.2 Conglomerati bituminosi a caldo.....	58
2.2.1 Prescrizioni generali.....	59
2.3 Conglomerati bituminosi di base, collegamento, usura confezionati con bitume “Normale”, “Medium” e “Hard” .....	60
2.3.1 Descrizione.....	60
2.3.2 Bitume.....	61
2.3.3 Aggregati.....	61
2.3.4 Attivanti chimici di adesione .....	61

2.3.5	Posa in opera .....	61
2.3.6	Prescrizioni progettuali .....	63
2.3.7	Miscele .....	65
2.3.8	Miscele di usura con impiego di argilla espansa.....	70
2.4	Conglomerato bituminoso ad elevata percentuale di vuoti (drenante-fonoassorbente) .....	71
2.4.1	Prescrizioni generali.....	71
2.4.2	Miscele di: Usura drenante, Usura drenante strutturale.....	72
2.4.3	Prescrizioni progettuali .....	74
2.4.4	Miscele .....	76
2.5	Trattamenti superficiali d'irruvidimento .....	82
2.5.1	Microtappeti a freddo (tipo Macro Seal).....	82
2.5.2	Microtappeti a freddo (Tipo Macro Seal) fibro rinforzati.....	85
2.5.3	Trattamento superficiale di irruvidimento (mono strato mono granulare) con resina bicomponente ed inerti ad elevata rugosità ed alta resistenza all'abrasione.....	87
2.6	Controlli prestazionali e relative penali .....	88
2.6.1	Controlli ad alto rendimento: Tutti i tipi di conglomerato bituminoso.....	89
2.6.2	Controlli tradizionali: Tutti i tipi di conglomerati bituminosi .....	95
2.7	Controlli.....	97
2.7.1	Prestazioni di controllo da parte della committente.....	97
3.	SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE .....	99
3.1	Premessa .....	99
3.2	Capo I – Segnaletica verticale .....	99
3.2.1	Produzione .....	99
3.2.2	Costruzione dei segnali .....	99
3.2.3	Costruzione delle strutture .....	103
3.2.4	Posa in opera .....	107
3.2.5	Rettifiche e rimozione.....	112
3.2.6	Indicazioni progettuali specifiche .....	113
3.2.7	Certificazioni e prove.....	114
3.2.8	Penali.....	115
3.2.9	Garanzie di durata .....	116
3.2.10	Norme per la misurazione e valutazione dei lavori .....	117
3.3	Capo II – Delineatori .....	117
3.3.1	Delineatori stradali.....	117
3.4	Capo III – Segnaletica orizzontale.....	123
3.4.1	Segnaletica orizzontale .....	123
4.	BARRIERE DI SICUREZZA .....	130
4.1	Premessa .....	130
4.1.1	Generalità.....	130
4.1.2	Finalità dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali .....	132
4.1.3	Individuazione delle zone da proteggere .....	132
4.1.4	Conformità dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali e loro installazione .....	133
4.1.5	Documentazione “as built” da presentare al termine dei lavori.....	133
4.2	Barriere metalliche.....	134
4.2.1	Accettazione dei materiali.....	134
4.2.2	Qualità dei materiali.....	135
4.2.3	Modalità d'esecuzione .....	137
4.2.4	Prove - penali .....	140
4.3	Barriere prefabbricate a profilo New Jersey .....	142
4.3.1	NJ in spartitraffico .....	142
4.3.2	NJ bordo opera.....	142

4.3.3	Caratteristiche tecniche .....	142
4.3.4	Materiali .....	142
4.3.5	Posa in opera .....	143
4.3.6	Corrimano metallico strutturale .....	146
4.4	Barriere in acciaio a profilo <i>New Jersey</i> .....	148
4.4.1	Materiali .....	148
4.4.2	Zincatura .....	148
4.4.3	Verniciatura protettiva .....	148
4.4.4	Collaudo delle barriere .....	149
4.5	Attenuatori frontali .....	149
5.	RECINZIONI METALLICHE .....	150
5.1	Caratteristiche delle opere .....	150
5.1.1	Recinzione laterale tipo R.1.A alta 1,22 m con rete a maglie elettrosaldate ....	150
5.1.2	Recinzione laterale tipo R.1.B. alta 2,12 m con rete a maglie elettrosaldate....	150
5.1.3	Recinzione laterale tipo R.1.B. "FAUNISTICA" alta m 2,12 .....	151
5.1.4	Recinzione laterale tipo R.2.A. alta 1,25 m con rete a maglie annodate .....	151
5.1.5	Recinzione laterale tipo R.3.A. alta 1,25 m con rete a maglie elettrosaldate ...	151
5.1.6	Recinzione laterale tipo R.3.B. alta 1,85 m con rete a maglie elettrosaldate....	152
5.1.7	Recinzione di protezione sulle opere d'arte tipo R.9.A. alta 1,98 m.....	153
5.1.8	Recinzione antiscavalcamento per Aree Di Servizio tipo R.4.B. alta 2,40 m ..	153
5.2	Qualità dei materiali - Prove .....	154
5.2.1	Qualità dei materiali .....	154
5.2.2	Prove sui materiali .....	155
5.3	Accettazione dei materiali .....	157
5.4	Modalità d'esecuzione .....	158
5.5	Penali .....	158

## NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

### 1. RILEVATI

#### 1.1 Generalità

##### 1.1.1 Definizioni

Rilevato	Insieme di operazioni di scavo e di riporto per costituire con aggregati naturali, industriali, riciclati o misti uno stabile piano di posa della sovrastruttura (o pavimentazione) a quota superiore al piano di imposta. La definizione si applica sia alle strade sia ai piazzali. In presenza di strato di bonifica, il rilevato si appoggia su questo.
Rilevato rinforzato	Rilevato che ingloba tra gli strati di aggregato naturale elementi di rinforzo disposti in direzione orizzontale o sub-orizzontale, su uno o più livelli.
Trincea	Insieme di operazioni di scavo e di riporto al fine di costituire uno stabile piano di posa della sovrastruttura (o pavimentazione) a quota inferiore al piano di imposta.
Piano di imposta (o di posa)	Si intende la superficie, generalmente in piano o in leggera pendenza, sulla quale poggia il rilevato o la sovrastruttura. Può essere ottenuta, o tramite semplice scotico del terreno (di norma per uno spessore medio di 20 cm), o approfondendo lo scavo (bonifica) per asportare un ulteriore strato di terreno, di caratteristiche non considerate soddisfacenti, che viene poi sostituito con materiale idoneo (strato di bonifica). Il piano di imposta può essere assoggettato a trattamenti vari, dalla semplice compattazione ai trattamenti con leganti idraulici. Può essere denominato "di scotico", quando non è prevista alcuna bonifica.
Bonifica	Asportazione di uno strato di terreno, sottostante lo scotico, ritenuto non idoneo a sopportare le successive soprastanti opere previste in progetto.
Sottofondo	Strato di terra (spesso considerata convenzionalmente con spessore di 30 cm), immediatamente sottostante la sovrastruttura (o pavimentazione), costituito dal terreno naturale, eventualmente trattato con leganti, o da aggregati naturali, riciclati o misti riportati, costituenti l'ultimo strato del rilevato. Può coincidere con lo strato di bonifica.
Sovrastruttura (o pavimentazione)	Struttura sovrapposta al sottofondo, destinata a sopportare il regolare moto dei veicoli, costituita da uno o più strati. Nel caso più complesso di sovrastruttura stradale, a partire dal basso, si possiede norma no avere i seguenti strati: fondazione, sottobase, base, strato di collegamento, strato (o tappeto, o manto) di usura. Di norma i due strati più superficiali (collegamento, usura) sono sempre in conglomerato bituminoso.
Terreno	Si intende la roccia, sia essa sciolta (terra) o lapidea, considerata nella sua collocazione naturale.
Terra	Si intende ogni roccia allo stato sciolto, ottenuta per intervento non naturale.
Terra stabilizzata	Terra trattata in modo tale che la suscettibilità all'acqua risulti ridotta e le caratteristiche meccaniche risultino migliorate durevolmente.
Aggregato naturale	Materiale sciolto di origine minerale che non è stato assoggettato a nient'altro che a lavorazioni meccaniche; può essere prodotto anche dalla frantumazione di rocce lapidee.
Aggregato industriale	Materiale sciolto di origine minerale derivante da un processo industriale che implica una modificazione termica o di altro tipo. Nel presente Capitolato, per ragioni di eco-compatibilità è contemplato l'esclusivo uso di argille espanse.
Aggregato riciclato	Materiale sciolto risultante dalla lavorazione di materiale inorganico precedentemente utilizzato nelle costruzioni. Nel presente Capitolato si fa riferimento all'utilizzo di calcestruzzo e misti cementati di risulta da demolizioni, e da fresatura di pavimentazioni

	bituminose.
Aggregato misto	Miscela di aggregati naturali e di aggregati riciclati.
Aggregati non alleggeriti	Materiali costituiti da particelle di densità compresa tra 19.6 kN/m <sup>3</sup> e 29.4 kN/m <sup>3</sup> .
Aggregati alleggeriti	Materiali costituiti da particelle di densità < 19.6 kN/m <sup>3</sup> e con pesi di volume del materiale allo stato sciolto < 11.8 kN/m <sup>3</sup> .
Dimensioni dell'aggregato	Designazione in termini di dimensioni minime (d) e massime (D) del setaccio espressa come d/D. La designazione accetta che alcune particelle possano essere trattenute dal setaccio di dimensioni massime D e che alcune particelle possano non essere trattenute al setaccio di dimensioni minime d.
Aggregato grossolano	Materiale caratterizzato da $d \geq 1 \text{ mm}$ e $D \geq 2 \text{ mm}$ .
Strato anticapillare	Strato costituito da aggregati naturali, riciclati o misti di idonea composizione granulometrica, atto ad impedire la risalita capillare di acqua nel corpo del rilevato o nella sovrastruttura (o pavimentazione).
Strato di bonifica	Materiale costituito da terra stabilizzata o da aggregati naturali, riciclati o misti, di idonea composizione granulometrica, compattati, messi in opera previa asportazione del terreno naturale di non adeguate caratteristiche. Di norma questo strato è sottostante lo scotico, il cui spessore è considerato nel rilevato o nella sovrastruttura.
Elementi di rinforzo	Elementi in acciaio o in sostanze polimeriche inglobati tra gli strati di aggregato naturale, in grado di migliorare le condizioni di stabilità del rilevato, grazie alla loro resistenza a trazione.
M <sub>d1</sub>	Modulo di compressibilità (o di deformazione), determinato mediante prova di carico in sito statica (o quasi-statica) su piastra da 30 cm di diametro, il cui valore minimo è richiesto sul sottofondo, ovvero sul piano di posa della sovrastruttura (o pavimentazione).
M <sub>d2</sub>	Modulo di compressibilità (o di deformazione), determinato mediante prova di carico in sito su piastra da 30 cm di diametro, il cui valore minimo è richiesto sul piano di imposta, in assenza o in presenza dello strato di bonifica.
E <sub>din</sub>	Modulo elastico dinamico, determinato con prove di carico in sito a massa battente (FWD, HWD, LWD) o massa vibrante (RVM) <sup>(1)</sup>

### 1.1.2 Premesse di carattere generale.

Le caratteristiche geometriche del corpo del rilevato, la natura e le proprietà geometriche (dimensioni delle particelle, composizione granulometrica), fisico-meccaniche e chimiche dei materiali che costituiscono il corpo del rilevato (da piano di imposta a piano appoggio della sovrastruttura) e l'eventuale strato di bonifica (al di sotto del piano di scotico), nonché le modalità e sequenze esecutive ed il piano di monitoraggio a controllo delle previsioni progettuali sono quelle indicate nel progetto esecutivo.

Resta inteso che, a richiesta della Direzione Lavori e comunque qualora l'Appaltatore non dovesse reperire i materiali previsti, questo dovrà predisporre e sottoporre a preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori un documento di dettaglio, a conforto ed integrazione del progetto esecutivo, nel quale dovrà indicare la natura e le proprietà geometriche, fisico-meccaniche e chimiche dei materiali che intende adottare, le modalità esecutive, le sequenze cronologiche degli interventi, nonché il piano di monitoraggio.

<sup>(1)</sup> FWD: *Falling Weight Deflectometer* (definizione generica o attribuita all'attrezzatura trainata mediamente pesante, destinata prevalentemente ad usi stradali); HWD (o HFWD): *Heavy (Falling) Weight Deflectometer* (definizione attribuita all'attrezzatura trainata pesante, destinata prevalentemente ad usi aeroportuali ma anche stradali); LWD (o LFWD): *Light (Falling) Weight Deflectometer* (definizione attribuita all'attrezzatura portatile); RVM: *Road Vibration Machine*.

In merito all'attività di monitoraggio, risultano a carico dell'Appaltatore la fornitura e la posa della strumentazione mentre a carico della Direzione Lavori risultano la gestione del monitoraggio, intesa come elaborazione dati ed interpretazione ingegneristica degli stessi.

Il progetto di monitoraggio sarà portato a conoscenza dell'Appaltatore all'inizio delle lavorazioni; l'Appaltatore potrà installare strumentazione integrativa rispetto a quanto proposto dalla Direzione Lavori, così come potrà eseguire proprie letture ed elaborazioni della strumentazione installata dalla Direzione Lavori, purchè garantisca l'integrità della stessa. L'Appaltatore è tenuto a redigere rapporti mensili di interpretazione dei dati di monitoraggio, sia relativamente a quelli elaborati dalla Direzione Lavori, sia relativamente ai propri dati.

L'indagine sui terreni di imposta (qualora a carico dell'Appaltatore) e sui materiali da costruzione, comprenderà anche prove chimiche per la valutazione della loro ecocompatibilità, ai sensi della legislazione vigente in materia, nonché delle eventuali caratteristiche di aggressività nei confronti dei manufatti costituenti l'opera da realizzare; analoghe considerazioni valgono per le acque sotterranee che dovessero interferire con l'opera da realizzare. In ogni caso il piano delle indagini e dei controlli sarà sottoposto per approvazione al Direttore dei Lavori.

L'Appaltatore dovrà dimostrare che il programma di costruzione:

- non comprometterà la stabilità del complesso rilevato terreno di fondazione;
- sia compatibile con il fatto che gli assestamenti residui alla consegna dell'opera risultino non superiori al 10% dei cedimenti teorici residui attesi.

L'installazione degli strumenti di monitoraggio e controllo delle previsioni di progetto, saranno effettuate da Imprese specializzate di gradimento della Direzione Lavori, sentito eventualmente il Progettista.

Salvo diverse e più stringenti indicazioni della Direzione Lavori, i punti di indagine sul piano di imposta saranno posti ad intervalli non maggiori di 200 m e le indagini saranno spinte ad una profondità almeno pari alla metà della larghezza del piano di posa del rilevato, salvo attestarsi nell'eventuale substrato roccioso.

### ***1.1.3 Normativa di riferimento***

Le norme-quadro sono quelle armonizzate a livello europeo, legate alla marcatura CE: **UNI EN 13055-2** (aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati), **13242** (aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade). Devono inoltre essere osservate le norme in materia ambientale di cui al testo unico D.Lgs. 03/04/2006 n. 152 ed alla Circ. Min. Ambiente 15/07/2005 n. 5205 (indicazioni per l'uso dei materiali riciclati).

Vi sono comunque molte altre normative che devono essere prese in considerazione. Di queste si riportano a titolo indicativo ma in un elenco abbastanza completo le seguenti:

- UNI EN ISO 14688-1, Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione;
- UNI EN ISO 14688-2, Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Parte 2: Principi per una classificazione;
- UNI EN 932-1, Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati. Metodi di campionamento;
- UNI EN 932-2, Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati - Metodi per la riduzione dei campioni di laboratorio;

- UNI EN 932-3, Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati - Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata;
- UNI EN 932-5, Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati - Attrezzatura comune e taratura;
- UNI EN 932-6, Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati - Definizioni di ripetibilità e riproducibilità;
- UNI EN 933-1, Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Parte 1: Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per setacciatura;
- UNI EN 933-2, Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica - Stacci di controllo, dimensioni nominali delle aperture;
- UNI EN 933-3, Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Parte 3: Determinazione della forma dei granuli - Indice di appiattimento;
- UNI EN 933-5, Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Parte 5: Determinazione della percentuale di superfici frantumate negli aggregati grossi;
- UNI EN 933-6, Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Valutazione delle caratteristiche superficiali - Coefficiente di scorrimento degli aggregati;
- UNI EN 933-7, Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione del contenuto di conchiglie - Percentuale di conchiglie negli aggregati grossi;
- UNI EN 933-8, Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Parte 8: Valutazione dei fini - Prova dell'equivalente in sabbia;
- UNI EN 933-9, Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Parte 9: Valutazione dei fini - Prova del blu di metilene;
- UNI EN 933-10, Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Parte 10: Valutazione dei fini - Granulometria dei filler (setacciatura a getto d'aria);
- UNI EN 933-11, Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Parte 11: Prova di classificazione per i costituenti degli aggregati grossi riciclati;
- UNI EN 1097-1, Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Parte 1: Determinazione della resistenza all'usura (micro-Deval);
- UNI EN 1097-2, Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Parte 2: Metodi per la determinazione della resistenza alla frammentazione;
- UNI EN 1097-3, Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della massa volumica in mucchio e dei vuoti intergranulari;
- UNI EN 1097-4, Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Parte 4: Determinazione della porosità del filler secco compattato;
- UNI EN 1097-5, Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Parte 5: Determinazione del contenuto d'acqua per essiccazione in forno ventilato;
- UNI EN 1097-6, Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Parte 6: Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua;
- UNI EN 1097-7, Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Parte 7: Determinazione della massa volumica del filler - Metodo con picnometro;
- UNI EN 1097-8, Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Parte 8: Determinazione del valore di levigabilità;

- UNI EN 1097-9, Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Parte 9: Determinazione della resistenza all'usura per abrasione da pneumatici chiodati - Prova scandinava;
- UNI EN 1097-10, Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione dell'altezza di suzione dell'acqua;
- UNI EN 1367-1, Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Parte 1: Determinazione della resistenza al gelo e disgelo;
- UNI EN 1367-2, Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Parte 2: Prova al solfato di magnesio;
- UNI EN 1367-3, Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Prova di bollitura per basalto "Sonnenbrand";
- UNI EN 1367-4, Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Parte 4: Determinazione del ritiro per essiccamento;
- UNI EN 1367-5, Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Parte 5: Determinazione della resistenza allo shock termico;
- UNI EN 1367-6, Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Parte 6: Determinazione della resistenza al gelo e disgelo in presenza di sale (NaCl);
- UNI EN 1744-1, Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Parte 1: Analisi chimica;
- UNI EN 1744-3, Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Preparazione di eluati per dilavamento di aggregati;
- UNI EN 1744-4, Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Parte 4: Determinazione della sensibilità all'acqua dei filler per miscele bituminose;
- UNI EN 1744-5, Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Parte 5: Determinazione dei sali cloruri solubili in acido;
- UNI EN 1744-6, Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Parte 6: Determinazione dell'influenza di un estratto di aggregato riciclato sul tempo di inizio presa del cemento;
- UNI EN 13285, Miscela non legate – Specifiche;
- UNI EN 13286-1, Miscela non legate e legate con leganti idraulici - Parte 1: Metodi di prova della massa volumica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Introduzione, requisiti generali e campionamento;
- UNI EN 13286-2, Miscela non legate e legate con leganti idraulici - Parte 2: Metodi di prova per la determinazione della massa volumica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Costipamento Proctor<sup>(2)</sup>;

<sup>(2)</sup> La prova di costipamento in questione è denominata sia "Proctor", sia "AASHTO" ed è eseguita, per le opere stradali, di solito nella versione "modificata". Le norme di riferimento, oltre alla UNI EN 13286-2 sono, per la prova standard la ASTM D698 (*Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (600 kN-m/m<sup>3</sup>))*) e la AASHTO T099-10-UL (*Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 2.5-kg (5.5-lb) Rammer and a 305-mm (12-in.) Drop, Single User Digital Publication*), mentre per la versione modificata sono la ASTM D1557-12 (*Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft lbf/ft<sup>3</sup> (2,700 kN m/m<sup>3</sup>))*) e la AASHTO T180-10-UL (*Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 4.54-kg (10-lb) Rammer and a 457-mm (18-in.) Drop, Single User Digital Publication*).

- UNI EN 13286-3, Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Metodo di prova per la determinazione della massa volumica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Vibrocompressione a parametri controllati;
- UNI EN 13286-4, Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Metodo di prova per la determinazione della massa volumica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Martello vibrante;
- UNI EN 13286-5, Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 5: Metodi di prova della massa volumica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Tavola vibrante;
- UNI EN 13286-7, Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Metodi di prova - Parte 7: Prova triassiale ciclica per miscele non legate;
- UNI EN 13286-40, Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 40: Metodo di prova per la determinazione della resistenza a trazione diretta di miscele legate con leganti idraulici;
- UNI EN 13286-41, Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 41: Metodo di prova per la determinazione della resistenza a compressione di miscele legate con leganti idraulici;
- UNI EN 13286-42, Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 42: Metodo di prova per la determinazione della resistenza a trazione indiretta di miscele legate con leganti idraulici;
- UNI EN 13286-43, Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 43: Metodo di prova per la determinazione del modulo di elasticità di miscele legate con leganti idraulici;
- UNI EN 13286-44, Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Metodo di prova per la determinazione del coefficiente alfa di scorie vetrificate d altoforno;
- UNI EN 13286-45, Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 45: Metodo di prova per la determinazione del periodo di lavorabilità di miscele legate con leganti idraulici;
- UNI EN 13286-46, Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Metodi di prova per la determinazione della costipabilità mediante MCV (*Moisture Condition Value* – ndr);
- UNI EN 13286-47, Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 47: Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento;
- UNI EN 13286-48, Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 48: Metodo di prova per la determinazione del grado di polverizzazione;
- UNI EN 13286-49, Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 49: Prova di rigonfiamento accelerata per suoli trattati con calce e/o legante idraulico;
- UNI EN 13286-50, Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 50: Metodo per la preparazione di provini di miscele legate con leganti idraulici mediante attrezzatura Proctor oppure compattazione con tavola vibrante;
- UNI EN 13286-51, Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 51: Metodo per la preparazione di provini di miscele legate con leganti idraulici mediante compattazione con martello vibrante;

Tipo di prova	Dimensioni del cilindro			Dimensioni del pestello		Numero degli strati	Numero colpi per strato	Altezza caduta pestello [cm]	Energia di costipamento [kg cm/cm <sup>3</sup> ]
	Ø [cm]	H [cm]	V [cm <sup>3</sup> ]	Ø [mm]	Peso [kg]				
Standard AASHO	10.16	11.7	945	50.8	2.5	3	25	30.5	6.05
Modificata AASHO	10.16	11.7	945	50.8	4.54	5	25	45.7	27.5

- UNI EN 13286-52, Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 52: Metodo per la preparazione di provini di miscele legate con leganti idraulici mediante vibro compressione;
- UNI EN 13286-53, Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 53: Metodo per la preparazione di provini di miscele legate con leganti idraulici mediante compressione assiale;
- UNI CEN ISO/TS 17892-1, Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 1: Determinazione del contenuto in acqua;
- UNI CEN ISO/TS 17892-2, Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 2: Determinazione della massa volumica dei terreni a grana fine;
- UNI CEN ISO/TS 17892-3, Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 3: Determinazione della massa volumica dei granuli solidi - Metodo del picnometro;
- UNI CEN ISO/TS 17892-4, Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 4: Determinazione della distribuzione granulometrica;
- UNI CEN ISO/TS 17892-5, Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 5: Prova edometrica ad incrementi di carico;
- UNI CEN ISO/TS 17892-6, Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 6: Prova con la punta conica;
- UNI CEN ISO/TS 17892-7, Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 7: Prova di compressione non confinata su terreni a grana fine;
- UNI CEN ISO/TS 17892-8, Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 8: Prova triassiale non consolidata non drenata;
- UNI CEN ISO/TS 17892-9, Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 9: Prove di compressione triassiale, consolidate, su terreni saturi;
- UNI CEN ISO/TS 17892-10, Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 10: Prove di taglio diretto;
- UNI CEN ISO/TS 17892-11, Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 11: Determinazione della permeabilità con prove a carico costante o a carico variabile;
- UNI CEN ISO/TS 17892-12, Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg;
- UNI EN 14227-1, Miscele legate con leganti idraulici - Specifiche - Parte 1: Miscele legate con cemento per fondi e sottofondi stradali;
- UNI EN 14227-3, Miscele legate con leganti idraulici - Specifiche - Parte 3: Miscele legate con ceneri volanti;
- UNI EN 14227-4, Miscele legate con leganti idraulici - Specifiche - Parte 4: Ceneri volanti per miscele legate con leganti idraulici ;
- UNI EN 14227-5, Miscele legate con leganti idraulici - Specifiche - Parte 5: Miscele legate con leganti idraulici per strade;
- UNI EN 14227-10, Miscele legate con leganti idraulici - Specifiche - Parte 10: Terra trattata con cemento;
- UNI EN 14227-11, Miscele legate con leganti idraulici - Specifiche - Parte 11: Terra trattata con calce;
- UNI EN 14227-12, Miscele legate con leganti idraulici - Specifiche - Parte 12: Terra trattata con scorie;

- UNI EN 14227-13, Miscele legate con leganti idraulici - Specifiche - Parte 13: Terra trattata con legante idraulico per strade;
- UNI EN 14227-14, Miscele legate con leganti idraulici - Specifiche - Parte 14: Terra trattata con ceneri volanti;
- AAHSTO T/99, T/180, *Moisture-density relations of soil*;
- CNR BU n. 22, Peso specifico apparente in sito;
- CNR BU n. 69, Prova di costipamento di una terra;
- CNR BU n. 146, Determinazione dei moduli di deformazione  $M_d$  e  $M'_d$  mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare.

Per quanto riguarda la formazione di rilevati in “terra rinforzata” (v. più avanti), dovrà essere osservata la norma:

- UNI EN 14475, Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Terra rinforzata.

## 1.2 Aggregati per la formazione dei rilevati

### 1.2.1 Provenienza dei materiali

L'Appaltatore dovrà utilizzare i materiali indicati in progetto.

Se provenienti da cave di prestito indicate in progetto, la Stazione Appaltante provvederà ad ottenere dagli Enti competenti il benestare necessario.

L'Appaltatore potrà aprire, a sua cura e spese, cave di prestito ovunque lo riterrà di sua convenienza, subordinatamente alle vigenti disposizioni di legge, all'idoneità dei materiali, nonché all'osservanza di eventuali disposizioni della Direzione Lavori; in tale caso, prima di essere autorizzata ad iniziare la costruzione dei rilevati l'Appaltatore, in relazione a quanto previsto dalle vigenti leggi regionali, dovrà sottoporre alla Direzione Lavori la seguente documentazione (v. anche più avanti all'art. 8.2.3):

- benestare degli Enti eventualmente competenti ad autorizzare la coltivazione della cava;
- una mappa dell'area di cava in scala opportuna, indicante l'ubicazione dei saggi esplorativi;
- una relazione completa delle prove di laboratorio eseguite tanto per i materiali da cave che dagli scavi;
- il programma di coltivazione delle cave e delle eventuali fasi di lavorazione successive;
- i prescritti progetti di ripristino ambientale.

In ogni caso, sarà cura dell'Appaltatore provvedere alla fornitura, trasporto, stoccaggio e rimozione dei materiali provenienti da cave di prestito, così come di quelli provenienti dagli scavi o di quelli riciclati dalle demolizioni.

Prima di impiegare i materiali provenienti sia dalle cave di prestito, sia dagli scavi in roccia (sciolta e lapidea), sia dal riciclo di materiali da costruzione, verrà eseguita dall'Appaltatore una campagna di indagine corredata da prove di laboratorio atte a fornire alla Direzione Lavori un'esauriente documentazione in merito alla natura, ai requisiti geometrici (dimensioni delle particelle, composizione granulometrica), ai requisiti fisici, ai requisiti chimici dei materiali, al fine di ottenere l'idoneità all'utilizzo, secondo quanto indicato dal presente Capitolato e/o nel progetto esecutivo, anche in termini di resistenza alla frammentazione, durabilità ed aggressività, nonché in termini di problematiche ambientali (ecocompatibilità) ai sensi della legislazione vigente in materia. A titolo indicativo, per ogni zona di provenienza, dovrà essere eseguito almeno un sondaggio ogni 20.000 m<sup>3</sup> di materiale.

L'Appaltatore è tenuto a sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori, il programma di utilizzo dei materiali, il programma delle eventuali fasi di lavorazioni successive (quali, frantumazione, vagliatura e miscelazione) atte a conferire ai materiali le caratteristiche di idoneità previste dal Capitolato Speciale e dal progetto esecutivo. L'eventuale frantumazione, vagliatura e miscelazione del materiale, al fine di portarlo ad idonea pezzatura, è a cura e spese dell'Appaltatore.

Prima di avviare la coltivazione delle cave di prestito o prima dell'impiego di materiali di scavo, dovranno essere asportate eventuali coltri vegetali, sostanze organiche, rifiuti e tutti quegli agenti che possono provocare la contaminazione del materiale durante la coltivazione.

Le cave di prestito dovranno essere coltivate nel rispetto delle vigenti leggi in modo che, tanto durante la cavatura che a cavatura ultimata, non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

Le stesse condizioni di sicurezza dovranno essere garantite per le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui, a sua cura e spese, l'Appaltatore dovesse avvalersi.

In relazione alla variabilità della provenienza, gli aggregati ottenuti dal riciclo di materiali da costruzione verranno impiegati unicamente se:

- prevalentemente costituiti da frammenti di laterizi, di murature, di intonaci, di conglomerati cementizi, di sovrastrutture stradali e ferroviarie, di allettamenti, di rivestimenti, di prodotti ceramici, di scarti dell'industria di prefabbricazione di manufatti in calcestruzzo, di materiali lapidei.
- facenti parte di lotti (o partite), previamente caratterizzati secondo quanto previsto dalle normative e leggi vigenti.

E' ammesso l'utilizzo di aggregati misti prodotti miscelando aggregati naturali e aggregati riciclati.

Gli aggregati utilizzati devono essere identificati almeno nei seguenti termini (designazione):

- fonte e produttore; se il materiale è stato stoccato in un deposito devono essere indicati sia la fonte sia il deposito;
- tipo di aggregato (ai sensi anche della norma EN 932-3);
- dimensione dell'aggregato in termini d/D.

La bolla di consegna deve contenere almeno le seguenti informazioni:

- designazione;
- data di spedizione;
- numero di serie della bolla.

Per l'ultimo strato di 30 cm, costituente sottofondo della sovrastruttura stradale, dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A1 e A3 (il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà in particolare presentare un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7).

Di norma la dimensione della massima pezzatura ammessa per l'aggregato, salvo diverse proscrizioni di progetto, non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato.

### **1.2.2 Prove sui materiali**

I materiali che si intendono utilizzare saranno preventivamente sottoposti a prove che attestino la loro ecocompatibilità (sia alla fonte che nell'area di stoccaggio e al momento della loro messa in opera), ai sensi della legislazione vigente (D.Lgs. 152/2006).

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali ai fini dell'ingegneria geotecnica e strutturale delle opere saranno accertate mediante prove di laboratorio.

Le prove sugli aggregati naturali non alleggeriti, industriali alleggeriti e sugli aggregati riciclati, verranno effettuate in accordo a quanto previsto dalle normative precedentemente citate.

A titolo indicativo e non esaustivo le prove di laboratorio comprenderanno:

Aggregati naturali non alleggeriti:

- Analisi granulometrica completa, comprensiva anche dalla valutazione del contenuto di fine;
- Determinazione del contenuto naturale d'acqua.
- Determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità;
- Prova di compattazione ed esecuzione eventuale di:
  - analisi granulometrica sui materiali impiegati nella prova di compattazione, prima e dopo la prova stessa, limitatamente a quei materiali per i quali è sospetta la presenza di componenti instabili;
  - prova edometrica, limitatamente ai materiali a grana fine prelevati dal campione dopo l'esecuzione della prova e compattati al 95% della densità massima ( $\pm 2\%$ );
- Resistenza alla frammentazione per gli aggregati grossolani ( $d \geq 1\text{mm}$ ;  $D \geq 2\text{mm}$ ). Tale resistenza verrà valutata in accordo con la norma UNI EN 1097-2. Si esclude l'impiego di materiali di categoria  $LA > 40$ , salvo diversa indicazione fornita dalla Direzione Lavori;
- Perdita di massa e resistenza alla frammentazione nel caso di basalti. Tale resistenza verrà valutata in accordo con la norma UNI EN 1097-2. L'incremento del coefficiente LA dovrà risultare inferiore all'8%, salvo diversa indicazione fornita dalla Direzione Lavori;
- Peso specifico delle particelle;
- Contenuto di solfati solubili agli acidi. Tale contenuto verrà valutato in accordo con la norma UNI EN 1744-1. Tale contenuto dovrà essere inferiore allo 0.8 %, salvo diversa indicazione fornita dalla Direzione Lavori;
- Contenuto di zolfo. Tale contenuto verrà valutato in accordo con la norma UNI EN 1744-1. Tale contenuto dovrà essere inferiore all'1.0%, salvo diversa indicazione fornita dalla Direzione Lavori;
- Resistenza a cicli di gelo e disgelo (in zone a clima avverso). Tale Resistenza verrà valutata in accordo con la norma UNI EN 1097-6. Il materiale dovrà rientrare nelle categorie F1 e F2, salvo diversa indicazione fornita dalla Direzione Lavori;

Aggregati industriali alleggeriti:

- Peso di volume dell'aggregato sciolto.
- Peso specifico delle particelle.
- analisi granulometrica completa, comprensiva anche dalla valutazione del contenuto di fine.
- Contenuto d'acqua del materiale prima della posa in opera.
- Prova di assorbimento d'acqua nei vuoti intra-particellari.
- Resistenza alla frantumazione;
- Resistenza a cicli di gelo e disgelo (in zone a clima avverso).
- Prova di compattazione.

I limiti di accettabilità saranno indicati in progetto.

### Aggregati riciclati:

Prove di classificazione indicate nell'Allegato C della circolare n. 5205 del 15/07/2005, applicativa del D.M. 08/05/2003 n. 203 inerente l'impiego da parte di enti di diritto pubblico di materiali riciclati.

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire le prove iniziali e a sottoporre il relativo programma all'approvazione della Direzione Lavori ogni volta si presentino le seguenti circostanze:

- venga utilizzato una nuova fonte di aggregato;
- sia subentrato un cambiamento significativo della natura e caratteristiche dell'aggregato e delle condizioni di lavorazione, tale da influenzarne le proprietà geometriche, fisiche, chimiche e meccaniche.

I risultati delle prove iniziali dovranno essere documentati e costituire un punto di partenza per il controllo di produzione.

Il numero dei controlli di produzione, da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori, sarà non inferiore a quello previsto dalle già citate norme e sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori.

Le registrazioni tenute dovranno indicare quali procedimenti di controllo qualità sono stati messi in atto durante la produzione dell'aggregato.

L'esito di ciascuna prova verrà allegato al Piano di Controllo Qualità e farà parte del *dossier* di qualità dell'opera. Su ciascun certificato dovrà essere chiaramente indicato:

- l'opera di riferimento;
- la designazione dell'aggregato;
- la normativa utilizzata;
- la data di esecuzione della prova;
- i risultati ottenuti su supporto informatico e cartaceo.

Le prove iniziali di qualifica saranno effettuate da laboratori ufficiali certificati.

La Direzione Lavori potrà indicare, a sua discrezione, i punti per il campionamento dei materiali.

### ***1.2.3 Documentazione soggetta ad approvazione***

Prima di iniziare la costruzione dei rilevati, l'Appaltatore, dovrà sottoporre alla Direzione Lavori la seguente documentazione:

#### Aggregati naturali provenienti da cave di prestito

- benessere degli enti competenti ad autorizzare la coltivazione della cava;
- una mappa dell'area di cava in scala opportuna, indicante l'ubicazione dei saggi esplorativi;
- documentazione riportante i risultati delle prove iniziali, attestante la conformità dei materiali;
- il programma di coltivazione delle cave e delle eventuali fasi di lavorazione successive (frantumazione, vagliatura, miscelazione);
- documentazione provante il fatto che le cave di prestito verranno coltivate nel rispetto delle vigenti leggi in modo che, tanto durante la cavatura che a cavatura ultimata, non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica. Analoga documentazione dovrà essere prodotta per le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui, a sua cura e spese, l'Appaltatore dovesse avvalersi;

- progetti di ripristino ambientale in accordo con le normative e leggi vigenti;

#### Aggregati naturali provenienti da scavi

- una mappa in scala opportuna, indicante l'ubicazione dei saggi esplorativi;
- documentazione riportante i risultati delle prove iniziali, attestante la conformità dei materiali;
- il programma delle eventuali fasi di lavorazione successive (frantumazione, vagliatura, miscelazione);
- documentazione provante il fatto che gli scavi verranno effettuati nel rispetto delle vigenti leggi in modo che non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica. Analoga documentazione dovrà essere prodotta per le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui, a sua cura e spese, l'Appaltatore dovesse avvalersi;

#### Aggregati riciclati

- documentazione indicante le modalità di caratterizzazione e campionamento dei lotti;
- documentazione riportante i risultati delle prove iniziali, attestante la conformità dei materiali;
- il programma delle eventuali fasi di lavorazione successive (frantumazione, vagliatura, miscelazione);
- documentazione provante il fatto che le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui, a sua cura e spese, l'Appaltatore dovesse avvalersi verranno eseguite nel rispetto delle vigenti leggi in modo che non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica;

#### Aggregati industriali

- documentazione riportante i risultati delle prove iniziali, attestante la conformità dei materiali.

### **1.3 Preparazione del piano di posa dei rilevati**

#### ***1.3.1 Scotico, bonifica, gradonature e trincee drenanti***

Per la preparazione del piano di posa dei rilevati l'Appaltatore dovrà provvedere, nei limiti dell'area di costruzione, innanzitutto alle verifiche nei confronti della presenza di ordigni bellici e di sottoservizi; successivamente procederà al taglio delle piante e all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti ecc. (diserbamento), al loro sistematico ed immediato allontanamento a deposito autorizzato.

La Direzione Lavori indicherà tutti gli alberi, i cespugli, le piante ed altro che dovranno essere lasciati sul posto.

Sarà di seguito eseguita la totale asportazione del terreno vegetale sottostante l'impronta del rilevato (scotico) per la profondità stabilita in progetto e/o in accordo con le risultanze delle eventuali indagini di cui al punto 7.1.2, secondo le direttive impartite dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore provvederà a far sì che il piano di posa dei rilevati sia il più possibile regolare, privo di bruschi avvallamenti e tale da evitare il ristagno di acque piovane, provvedendo al riempimento delle buche effettuate nelle operazioni di estirpamento delle radici delle piante. Tale riempimento dovrà essere effettuato con materiale idoneo (aggregati naturali, riciclati o misti) di caratteristiche simili a quelli di riempimento degli scavi di scotico e di bonifica, messo in opera a strati di conveniente spessore e compattato.

Il piano di posa dei rilevati, costipato mediante rullatura, dovrà essere approvato previa ispezione e controllo da parte della Direzione Lavori; in quella sede la Direzione Lavori, sentito eventualmente il Progettista, potrà richiedere ulteriori scavi di sbancamento (bonifica) per rimuovere eventuali materiali a grana fine, teneri o torbosi o materiali rimaneggiati/rammolliti per negligenza da parte

dell'Appaltatore, ciò al fine di sostituirli con aggregati naturali, riciclati o misti, idonei, messi in opera per strati di conveniente spessore, compattati ed in grado di garantire il raggiungimento delle caratteristiche dei piani di posa di cui al punto seguente. In alternativa agli ulteriori scavi di sbancamento la Direzione Lavori potrà ordinare di trattare i terreni di imposta secondo le modalità di cui al punto 7.5.

Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali a grana fine, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura, la Direzione Lavori, sentito eventualmente il Progettista, procederà ad un intervento di bonifica con l'impiego di aggregati naturali, riciclati o misti idonei, messi in opera per strati di conveniente spessore (vedi l'articolo 8.4.2) e compattati.

La Direzione Lavori, in relazione alla natura dei terreni sul piano di scotico e di bonifica potrà ordinare l'adozione di provvedimenti atti a prevenire la contaminazione dei materiali di apporto, fra cui la posa di geomembrane e/o teli geotessili.

Laddove una maggiorazione di scavo fosse da imputarsi ad errori topografici, alla necessità di asportare quei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza dell'Appaltatore o a bonifiche non preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore eseguirà detti scavi e il relativo riempimento con materiali idonei di caratteristiche simili a quelli di riempimento degli scavi di scotico e di bonifica, a sua cura e spese.

Salvo diverse prescrizioni contenute nel progetto o impartite dalla Direzione Lavori, il materiale utilizzato per riempire gli scavi di scotico e bonifica avrà caratteristiche simili a quelle del materiale da rilevato.

Il reinterro degli scavi relativi a tubazioni interrato dovrà essere sabbioso, o comunque di composizione granulometrica tale da non danneggiare le tubazioni stesse.

I materiali provenienti dagli scavi dovranno essere caratterizzati dal punto di vista della compatibilità ambientale, a cura e spese dell'Appaltatore, in accordo con la normativa vigente (D.Lgs. 152/2006).

Il materiale scavato relativo agli strati di scotico e di bonifica, dovrà essere trasportato a deposito autorizzato o, se idoneo, riutilizzato per opere di riambientalizzazione e/o come terra vegetale per la finitura delle aree oggetto di rinverdimento.

Il quantitativo da reimpiegarsi nella sistemazione a verde delle scarpate sarà accantonato in località e con modalità autorizzate dalla Direzione Lavori; il deposito temporaneo di detti materiali dovrà comunque consentire il regolare deflusso delle acque e risultare tale che non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

Nei casi in cui fossero riscontrati in fase di scavo livelli di falda a quote superiori a quella del letto dello strato di sottofondo l'Appaltatore progetterà ed eseguirà, previa approvazione della Direzione Lavori, un sistema di trincee drenanti longitudinali e trasversali al corpo stradale di altezza e pendenza adeguate per abbassare il livello di falda e per lo smaltimento delle acque di filtrazione convogliate nel sistema drenante. Il materiale drenante (aggregato naturale, riciclato o misto) dovrà avere caratteristiche granulometriche tali da assicurare un facile deflusso delle acque attraverso di esso e nello stesso tempo da evitare l'intasamento per effetto del trascinamento degli elementi fini. In particolare dovrà risultare:

$$5 d_{15} \leq D_{15} \leq 5 d_{85} \quad (1)$$

essendo:

$D_{15}$  = diametro che corrisponde al 15% di passante nelle curve granulometriche del materiale drenante;

$d_{15}$  = diametro che corrisponde al 15% di passante nella curva granulometrica della terra da drenare;

$d_{85}$  = diametro che corrisponde all'85% di passante nella curva granulometrica della terra da drenare.

Nel caso in cui lo smaltimento delle acque drenate avvenga per mezzo di tubi forati, tra la granulometria del materiale drenante posto attorno al tubo e la minima dimensione dei fori dei tubi, ovvero degli interstizi fra i tubi, andrà rispettata la seguente relazione:

$$D_{85} \geq 1.5 d \quad (2)$$

essendo:

$D_{85}$  = diametro che corrisponde all'85% di passante nelle curve granulometriche del materiale drenante;

$d$  = diametro dei fori dei tubi o larghezza degli interstizi tra i tubi.

Affinchè siano rispettate sia la (1) che la (2) il materiale drenante sarà disposto a strati con elementi di dimensioni decrescenti a partire dal tubo verso il terreno da drenare.

I drenaggi non devono raccogliere l'acqua superficiale per cui saranno chiusi superiormente da uno strato di terreno impermeabile.

Quando siano prevedibili cedimenti dei piani di posa dei rilevati superiori a 15 cm, l'Appaltatore sottoporrà alla Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestometriche.

L'Appaltatore dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.

Ogni qualvolta i rilevati poggino su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà provvedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (tra 1% e 2%) e alzate verticali contenute in altezza.

Ogni qualvolta i rilevati poggiano su declivi caratterizzati dalla presenza di acque sotterranee superficiali, il primi strati costituenti il corpo del rilevato verranno realizzati con materiale a grana grossa (aggregato naturale o riciclato o misto) con permeabilità significativamente superiore a quella del terreno naturale, da valutare sulla base di specifiche analisi di filtrazione, ciò al fine di impedire l'imbibizione del corpo del rilevato e assicurarne la stabilità. Gli strati drenanti, se realizzati con materiali di cui al punto 7.3.3, potranno avere anche funzione anticapillare.

Oltre a quanto sopra, nell'esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà farsi carico delle prescrizioni e degli oneri di seguito elencati:

- controllo geometrico allo scopo di verificare che gli scavi siano stati eseguiti secondo le pendenze, le dimensioni e le quote di progetto. I risultati delle verifiche saranno riportati in apposite schede e trasmessi alla Direzione Lavori;
- segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi di scotico e di bonifica per l'eventuale ispezione da parte della Direzione Lavori, prima di procedere a fasi di lavoro successive;
- provvedere alla rimozione di trovanti di qualsiasi natura e dimensione provvedendo altresì alla frantumazione dei materiali non trasportabili e/o non riutilizzabili;
- provvedere al carico, trasporto e scarico del materiale proveniente dagli scavi che si intende riutilizzare, purchè idoneo; è incluso l'onere per il reperimento di idonee aree di stoccaggio, eventualmente indicate dalla Direzione Lavori, nonché per il deposito ordinato e per la ripresa dei materiali per il loro riutilizzo;
- recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di lavoro;

- provvedere con qualsiasi sistema (palancole, sbadacchiature, abbassamento provvisorio della falda ecc.) al contenimento delle pareti degli scavi in accordo a quanto previsto nel progetto e in conformità alle norme di sicurezza;
- adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, scavi campione, ecc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e servizi interrati esistenti di qualsiasi natura; è inclusa, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o temporaneamente messe fuori servizio;
- provvedere ad un adeguato drenaggio per effettuare gli scavi all'asciutto, per evitare accumuli d'acqua nel fondo scavo, fino ad ultimazione delle operazioni di riempimento.

### ***1.3.2 Strato anticapillare e strati rinforzati***

In relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, nonché alla natura dei materiali costituenti il rilevato, quando previsto in progetto e/o quando le indagini condotte lo rendessero necessario, al di sopra del piano di scotico sarà eseguita:

- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;
- la stesa di uno strato di geotessile non tessuto con funzione di separazione;
- la stesa di uno o più strati di geotessili (tessuto e/o griglie), con funzione di rinforzanti costituenti il corpo del rilevato.

#### Strato granulare anticapillare

Lo strato dovrà avere uno spessore compreso tra 0,3 e 0,5 m; sarà composto da aggregati naturali, riciclati o misti aventi granulometria assortita  $2 \div 50$  mm, con passante al vaglio da 2 mm non superiore al 15% in peso e comunque con un passante al vaglio UNI 0,075 mm non superiore al 3%. Nel caso di impiego di aggregati riciclati dovranno essere rispettate anche le prescrizioni contenute nell'Allegato C5 della citata Circ. n. 5205/2005.

Sarà possibile l'impiego di materiali di diversa granulometria solo nei casi in cui l'Appaltatore, seguendo le indicazioni della Direzione Lavori esegua una sperimentazione volta a dimostrare che la massima altezza di risalita capillare non supera la metà dello strato anticapillare stesso.

Il materiale dovrà risultare del tutto esente da componenti instabili (gelivi, solubili, ecc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali ottenuti mediante frantumazione.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una densità del secco pari o superiore al 90% di quella massima individuata dalla prova di compattazione AASHTO modificata.

Qualora gli strati di rilevato siano costituiti da terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7, tra tali strati e l'anticapillare sarà interposto uno strato di geotessile.

#### Geotessile non tessuto di separazione

Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato (piano di scotico) con funzione di separatore dovrà essere del tipo nontessuto, in polipropilene o poliestere con resistenza a trazione non inferiore a 19 kN/m, resistenza al punzonamento statico non inferiore a 3 kN e allungamento a rottura non inferiore a 35% in entrambe le direzioni longitudinale e trasversale, la media della somma degli allungamenti (long.+trasv./2) maggiore del 50%. Dovrà inoltre soddisfare i criteri di permeabilità e ritenzione: la porometria del geotessile dovrà essere abbastanza aperta da garantire una permeabilità minima di  $60 \text{ l}/(\text{m}^2\text{s})$  e nel contempo sufficientemente chiusa per evitare fenomeni di dilavamento e erosione; tali condizioni si ottengono con una apertura caratteristica dei pori di compresa nell'intervallo  $60 \div 150 \mu\text{m}$ .

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI EN ISO 9862, con la frequenza indicata dalla Direzione Lavori.

I prelievi dei campioni saranno eseguiti, a cura dell'Appaltatore e sotto il controllo della Direzione Lavori, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori.

Dalle prove, effettuate da laboratori ufficiali certificati, dovranno risultare soddisfatti i seguenti requisiti minimi:

Resistenze a trazione MD e CD ( UNI EN ISO 10319)	$\geq 19$ kN/m
Allungamento MD e CD (UNI EN ISO 10319)	$\geq 35$ (MD e CD) $\geq 50$ (MD+CD)/2
Resistenze a trazione al 10% di allungamento ( UNI EN ISO 10319)	$\geq 3$ kN/m
Punzonamento statico (UNI EN ISO 12236)	$\geq 3$ kN
Punzonamento dinamico (UNI EN ISO 13433)	$\leq 20$ mm
Permeabilità ortogonale al piano (UNI EN ISO 11058)	$\geq 60$ l/m <sup>2</sup> s
Diametro di filtrazione(UNI EN ISO 12956)	$60 \div 150$ $\mu$ m

Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero valori non rispondenti a quelli stabiliti, la partita sarà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.

La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà richiedere ulteriori prove preliminari o prelevare in corso d'opera campioni di materiali da sottoporre a prove presso Laboratori qualificati, restando a carico dell'Appaltatore il relativo onere.

Nel suo conferimento al cantiere, il geotessile dovrà essere marcato indelebilmente secondo le specifiche della norma UNI EN ISO 10320, nonché identificato con marchio CE.

Inoltre, il geotessile dovrà essere conforme alle norme UNI EN 12225 e 12224, relative rispettivamente ai metodi per la determinazione della resistenza microbiologica e degli agenti atmosferici ad alla norma UNI ENV ISO 1722-1, per la simulazione del danneggiamento durante la posa e per la messa in opera in materiali a grana grossa.

I rotoli di geotessile dovranno essere opportunamente protetti durante il periodo di stoccaggio del materiale in accordo alle raccomandazioni del produttore; analogamente il tempo intercorrente tra la stesa del geotessile e la sua copertura con strati costituiti da aggregati dovrà essere inferiore a quello raccomandato dal produttore, comunque non superiore a 24 ore.

Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare, privo di discontinuità o di materiali che possano arrecare danneggiamenti al geotessile; se necessario la stesa sarà realizzata previa messa in opera di materiale sabbioso compattato.

Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale.

I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

Con riferimento alla UNI EN 13249 occorre prevedere le seguenti durabilità minime in esercizio:

- superiore a 5 anni per opere provvisionali;
- superiore a 25 anni per opere definitive.

## Geotessile e/o geogriglia con funzione di armatura degli strati di rilevato a grana grossa

Per gli strati di geotessile o geogriglia con funzione di armatura degli strati di rilevato a grana grossa si rimanda a quanto indicato nell'articolo 8.4.1.

### **1.4 Formazione del rilevato**

#### ***1.4.1 Generalità e materiali da impiegare***

##### ***1.4.1.1 Generalità***

Si considerano separatamente le seguenti categorie di lavoro:

- Rilevati autostradali;
- Rilevati autostradali realizzati con la tecnica della "terra rinforzata";
- Rilevati di precarico e riempimenti.
- La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme UNI EN ISO 14688-1. Per motivi di continuità con la prassi tradizionale e poiché le nuove norme non hanno altrettanta immediatezza applicativa e non coincidono perfettamente con gli argomenti trattati dalla precedente norma CNR-UNI 10006:2002, è richiesto anche che il materiale venga classificato in accordo alle caratteristiche prestazionali indicate nella Tabella 1 riportata più avanti (cui il presente Capitolato fa spesso riferimento), in conformità alla medesima norma ed ancorché essa sia stata ritirata nel marzo 2004 e sostituita dalle norme UNI EN 13242 e 13285, UNI EN ISO 14688-1. Per gli aggregati riciclati si aggiungono inoltre i criteri prestazionali indicati in Tabella 2.

Salvo diverse indicazioni del progetto o impartite dalla Direzione Lavori, le prescrizioni qui riportate, relative ai rilevati autostradali (strade di categoria A e relative intersezioni, strade di servizio e altre pertinenze) valgono anche per i rilevati delle strade ordinarie, delle categorie B, C, D, F (le strade delle categorie E ed F-bis sono invece da considerarsi di tipo speciale e quindi per esse potranno essere adottate soluzioni specifiche).

##### ***1.4.1.2 Rilevati autostradali***

Di norma e salvo diverse prescrizioni di progetto, dovranno essere impiegati aggregati naturali, riciclati o misti appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, fatta eccezione per l'ultimo strato di 30 cm (sottofondo), ove dovranno essere impiegati aggregati naturali appartenenti esclusivamente ai gruppi A1-a e A3. Nel caso di impiego di aggregati riciclati dovranno essere rispettate anche le prescrizioni riportate nella Tabella 2.

Per lo strato di sottofondo non sarà ammesso l'impiego di rocce frantumate con pezzature grossolane; l'impiego di rocce frantumate è ammesso nella restante parte di rilevato (a partire dal piano di scotico o di bonifica) se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime non eccedenti i 20 cm. Il materiale la cui dimensione sia compresa tra 7 e 20 cm deve essere di pezzatura disuniforme e non deve costituire più del 30% del volume di rilevato. In ogni caso il rapporto tra il passante al setaccio D60 ed il passante al setaccio D10 dovrà essere maggiore di 15.

Nel caso di aggregati del gruppo A3 il rapporto  $D_{60}/D_{10}$  dovrà risultare superiore a 7.

Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato. I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo.

Non è ammesso l'utilizzo di aggregati provenienti da formazioni di origine vulcanica se non indicato nel progetto o autorizzato dalla Direzione Lavori.

Gli aggregati impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi, frantumabili o comunque instabili nel tempo (esempio: rocce argilloso-scistose). L' idoneità del materiale nei confronti della frantumabilità dovrà essere provata mediante prove di laboratorio preliminari, condotte su campioni prelevati prima e dopo la compattazione in sito.

Nel caso di impiego di aggregati industriali alleggeriti dovranno essere rispettate le prescrizioni indicate nel progetto. In ogni caso non sarà ammesso l' impiego di aggregati industriali alleggeriti per la formazione di sottofondi.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una densità pari o superiore al 90% della densità massima individuata dalle prove di compattazione AASHTO T/180-57, salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il sottofondo, che dovrà presentare una densità pari o superiore al 95% sempre della densità massima individuata dalle prove di compattazione AASHTO T/180-57.

L'intero corpo del rilevato dovrà in ogni caso essere protetto, sulle scarpate e sulle banchine non carreggiabili, dall'azione diretta degli agenti atmosferici, mediante inerbimento e piantagioni e, se necessario, con l'apporto di uno strato di terreno vegetale.

Nel caso di rilevati aventi notevole altezza, dovranno essere realizzate banchine di scarpata della larghezza di 2 m a quota idonea e comunque ad una distanza verticale dal ciglio del rilevato non superiore a 6 m.

#### Impiego di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7

Saranno impiegate terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7, solo se:

- provenienti dagli scavi e se previsto nel progetto; il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati soltanto al di sotto di 2,0 m dal piano di posa della sovrastruttura, previa sovrapposizione ad uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm. Il grado di densità e la percentuale di umidità secondo cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati. Quanto sopra allo scopo di contenere entro limiti minimi fenomeni di ritiro e di rigonfiamento dei materiali. In ogni caso lo spessore degli strati sciolti, prima della compattazione, non dovrà superare 30 cm ed il materiale dovrà essere convenientemente disaggregato;
- stabilizzate a calce, secondo le modalità di cui all' articolo 3.5 (trattamento delle opere con calce.

#### ***1.4.1.3 Rilevati in terra “armata” o “rinforzata”***

In generale valgono le prescrizioni di cui al punto precedente, con le seguenti ulteriori aggiunte.

Dovranno essere impiegati solo aggregati naturali di cava o di scavo appartenenti ai gruppi A1, A3, A2-4 e A2-5.

Eventuali deroghe potranno essere autorizzate dalla Direzione Lavori, sentito eventualmente il Progettista, solo se supportate da accurate verifiche e indagini di laboratorio e/o in sito da eseguirsi a cura e spese dell'Appaltatore.

Gli aggregati impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi, frantumabili o comunque instabili nel tempo. L' idoneità del materiale nei confronti della frantumabilità dovrà essere provata mediante prove di laboratorio preliminari, condotte su campioni prelevati prima e dopo la compattazione in sito.

L'Appaltatore è altresì tenuto a garantire che le proprietà degli aggregati utilizzati siano conformi anche nei confronti di:

- fenomeni di aggressività e danneggiamento degli elementi di rinforzo e dell'eventuale facciata;
- attrito e coesione previsti in progetto;

secondo quanto riportato in progetto, in accordo con la citata norma UNI EN 14475.

Analoghe garanzie dovranno essere fornite per il terreno naturale, nei casi in cui gli elementi di rinforzo siano a contatto con esso, e per l'acqua di falda, qualora essa sia prossima al piano di fondazione e possa quindi venire ad interessare il materiale costituente il rilevato rinforzato.

La massima dimensione delle particelle dell'aggregato utilizzato non dovrà superare il valore indicato in progetto, definito in funzione dello spessore degli strati di aggregato, della spaziatura degli elementi di rinforzo, delle dimensioni degli eventuali elementi di facciata, della tipologia degli elementi di rinforzo e della necessità di contenere entro limiti minimi il danneggiamento prodotto dalla messa in opera. Viene del tutto esclusa la possibilità di impiegare materiali con pezzature superiori ai 150 mm.

Allo scopo di garantire un comportamento omogeneo della terra rinforzata, qualora i materiali di cava o di scavo non mantenessero la prescritta uniformità di caratteristiche granulometriche e chimiche, gli stessi saranno preventivamente stoccati in apposita area al fine di essere opportunamente mescolati.

La compattazione di detti aggregati dovrà risultare tale da garantire una densità del secco non inferiore al 95% di quella massima individuata mediante la prova AASHTO modificata.

Gli elementi di rinforzo messi in opera dovranno essere identificati ed ispezionati in dettaglio al fine della dichiarazione di conformità alle caratteristiche richieste che dovrà essere documentata.

Qualora venga previsto l'uso di geosintetici, per i materiali impiegati dovranno essere preliminarmente verificate le seguenti condizioni:

- PH compreso tra 3 e 9, per geosintetici costituiti da fibre di PET ancorchè ricoperte;
- $PH > 3$  per geosintetici costituiti da poliolefine (HDPE o PP) e da fibre in PVA-L.

Nel caso di impiego di armature metalliche, per i materiali impiegati dovranno essere preliminarmente verificate le seguenti condizioni:

- contenuto in sali;
- solfuri, del tutto assenti;
- solfati, solubili in acqua, minori di 500 mg/kg;
- cloruri, minori di 100 mg/kg;
- pH, compreso tra 5 e 10 (il che preclude l'utilizzo dei terreni trattati a calce e cemento);
- resistività elettrica superiore a 1.000 ohmxcm per opere all'asciutto, superiore a 3.000 ohmxcm per opere immerse in acqua;
- contenuto organico minore dell'1%.

In presenza di terre armate e/o rinforzate, relative ad opere di pertinenza non autostradale o comunque ad opere di carattere provvisorio (vita utile minore di 2 anni), che ricorrono ad elementi di rinforzo di tipo metallico rivestito con leghe di zinco e protetto con rivestimento plastico, è possibile il ricorso a terre stabilizzate con tecniche che portino il ph a valori superiori a 10; l'utilizzo è subordinato all'esecuzione di un numero adeguato di campi prova in grado di dimostrare che i terreni che si intendono utilizzare, in fase di stesa e di compattazione non determinino alcun danneggiamento al rivestimento plastico.

I campi prova, da realizzarsi a cura e spese dell'appaltatore sotto la supervisione della Direzione Lavori, dovranno essere eseguiti prevedendo il ricorso a terreni con caratteristiche granulometriche e di natura e forma degli elementi che costituiscono lo scheletro solido identiche al materiale che si intende utilizzare, impiegando, modalità di stesa e compattazione identiche a quelle di realizzazione dell'opera di sostegno.

Tutte le operazioni di movimentazione e stoccaggio degli elementi di rinforzo dovranno avvenire nel rispetto delle specifiche di progetto e delle raccomandazioni del fornitore. Ogni elemento di rinforzo sarà steso su una superficie perfettamente regolare, priva di materiali che possano arrecare danneggiamenti; se necessaria la stesa sarà realizzata previa messa in opera di materiale sabbioso compattato.

La stesa del geosintetico avverrà (se non diversamente indicato in progetto) perpendicolarmente all'asse del rilevato, senza giunzioni e con risvolto eventualmente indicato nel progetto; la sovrapposizione in direzione longitudinale sarà quella indicata in progetto.

Nel caso di elementi di rinforzo caratterizzati da resistenze a trazione differenti nelle varie direzioni la stesa avverrà conformemente all'orientazione specificata in progetto, e comunque tale da garantire adeguata sovrapposizione degli elementi di rinforzo eventualmente prevedendo strati aggiuntivi con opportuna orientazione.

Al fine di minimizzare le deformazioni necessarie alla mobilitazione della resistenza a trazione, gli elementi di rinforzo saranno stesi sottoponendoli ad un leggero tiro e tenuti in quella posizione prima della messa in opera dello strato di aggregato che avverrà entro il tempo specificato in progetto, comunque non oltre 24 ore dalla stesa dell'elemento di rinforzo.

Gli elementi di rinforzo non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

La sequenza di messa in opera dello strato di aggregato sugli elementi di rinforzo poggianti su terreni a grana fine teneri dovrà avvenire in accordo alle specifiche di progetto, e comunque in modo tale che non venga procurata la rottura del terreno di fondazione e la formazione di fenomeni di sollevamento ("bow waves") che possono danneggiare gli elementi di rinforzo; tale fenomeno andrà evitato, eventualmente riducendo al minimo lo spessore di aggregato messo in opera per la transitabilità dei mezzi.

#### ***1.4.1.4 Rilevati di precarico e riempimenti***

Potranno essere impiegati materiali di qualsiasi natura fatta eccezione, per i riempimenti, per quelli appartenenti ai gruppi A7 e A8.

I materiali provenienti da scavi potranno essere impiegati soltanto se ritenuti idonei dalla Direzione Lavori.

Non è richiesto il conseguimento di una densità minima; il materiale dovrà essere steso in strati regolari di spessore prestabilito e le modalità di posa dovranno essere atte a conseguire la densità uniforme dichiarata nel progetto, controllata con sistematicità, comunque tale da garantire l'opera nei confronti di fenomeni instabilità ed erosioni.

Tabella 1: Caratteristiche prestazionali delle terre naturali (CNR-UNI 10006)

Classificazione generale	Terre ghiaio-argillose							Terre limo-argillose					Torbe e terre organiche palustri
	Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332<35%							Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332>35%					
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6	
Analisi granulometrica													
Frazione passante al setaccio													
2 UNI EN 933	≤ 50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,4 UNI EN 933	≤ 30	≤ 50	≤ 50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,063 UNI EN 933	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 UNI EN 933													
Limite liquido	--	--	--	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	> 40
Indice di plasticità	≤ 6		N.P.	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	IP≤1.1.-30	IP>1.1.-30	
Indice di gruppo	0		0	0		≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fine	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressib.	Limi fortemente compressib.	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili mediamente plastiche	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono					Da mediocre a scadente							Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve			Media				Molto elevata		Media	Elevata	Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nulla			Nulla o lieve				Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato	
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa					Scarsa o nulla				
Identificazione del terreno in sito	Facilmente individuabile a vista		Aspri al tatto, incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo, aspri al tatto. Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla				Reagiscono alle prove di scuotimento (*). Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto. Non facilmente modellabili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento (*). Tenaci allo stato asciutto. Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di colore bruno o nero. Facilmente individuabili a vista

(\*) Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi e le argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione fra le dita.

Tabella 2: Caratteristiche prestazionali degli aggregati riciclati – Corpo dei rilevati

PARAMETRO	MODALITA' DI PROVA	LIMITE
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo EN 13242)	Separazione visiva sul trattenuto al setaccio 8 mm (rif. UNI EN 13285:2004)	> 70% in massa
Vetro e scorie vetrose	Idem	≤ 15% in massa
Conglomerati bituminosi (fresato)	Idem	≤ 25% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente	Idem	≤ 15% in totale e ≤ 5% per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume. Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie in plastica, etc.	Idem	≤ 0,1% in massa
Altri materiali (metalli, gesso*, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, etc.)	Idem	≤ 0,6% in massa
Passante al setaccio da 63 mm	UNI EN 933/1 (**)	85 – 100%
Passante al setaccio da 4 mm	UNI EN 933/1 (**)	≤ 60%
Passante al setaccio da 0,063 mm	UNI EN 933/1 (**)	≤ 15%
Equivalentente in sabbia	UNI EN 933-8	> 20
Dimensione massima D <sub>max</sub>	UNI EN 933/1	= 125 mm
Ecocompatibilità	Test di cessione di cui all'All. 3 del D.M. 05.02.1998	Il materiale dovrà risultare conforme al test di cessione previsto dal D.M. 05.02.1998

(\*) Il gesso deve essere riconosciuto mediante l'osservazione del cromatismo, la valutazione della durezza, la presenza di effervescenza a contatto con gocce di soluzione costituita da una parte di HCl e due parti di H<sub>2</sub>O.

(\*\*) La serie di setacci deve essere composta al minimo dai seguenti setacci delle serie ISO 3310-1, ISO 3310-2: aperture 63, 31,5, 16, 8, 4, 2, 0,5, 0,063 mm.

Nota 1: La preparazione del campione da sottoporre ad analisi granulometrica va eseguita, se necessario, in stufa ventilata a 50-60° (secondo UNI EN 1097/5).

Nota 2: I costituenti della frazione trattenuta al setaccio da 63 mm devono essere compatti e privi di vuoti interni (blocchi di roccia, mattoni pieni, calcestruzzo scervo di armatura sporgente): non possono essere accettati mattoni forati, blocchi forati e simili, se non frantumati fino a risultare passanti al setaccio da 63 mm.

Nota 3 (Frequenza delle Prove): gli aggregati riciclati per miscele non legate e legate idraulicamente destinati a lavori stradali e altri lavori di ingegneria civile devono essere caratterizzati conformemente a quanto indicato nella Norma Armonizzata UNI EN 13242. Al fine di prevenire disomogeneità dovute alla variabilità dei materiali costituenti, il materiale va caratterizzato per lotti. Tali lotti possono rappresentare la produzione di un periodo di una settimana (frequenza minima allegato C UNI EN 13242) e devono comunque avere dimensione massima pari a 3000 m<sup>3</sup>. Possono essere impiegati esclusivamente lotti precedentemente caratterizzati e tale caratterizzazione è da intendersi valida esclusivamente per il lotto cui si riferisce.

## ***1.4.2 Costruzione del rilevato***

### ***1.4.2.1 Stesa dei materiali***

Su ciascuna sezione trasversale i materiali impiegati per ciascuno strato dovranno essere dello stesso tipo ed anche longitudinalmente, le inevitabili disomogeneità dovranno essere raccordate in modo che non si risentano indesiderati effetti di deformazione differenziale in grado di ripercuotersi sul piano viabile.

La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2%.

In presenza di paramenti di rilevati in terra rinforzata o di muri di sostegno in genere, la pendenza sarà contrapposta ai manufatti. Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere certificato mediante prove di controllo l'idoneità dello strato precedente.

Lo spessore allo stato sciolto (prima della compattazione) di ogni singolo strato sarà stabilito in relazione alle caratteristiche degli aggregati, delle modalità di compattazione e delle finalità del rilevato.

Comunque, tale spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 30 cm per rilevati formati con aggregati naturali, riciclati o misti;
- 40 cm per rilevati formati con aggregati industriali alleggeriti e per rilevati in terra rinforzata.

Per i rilevati eseguiti con la tecnica della terra rinforzata e in genere per quelli delimitati da opere di sostegno flessibili (quali gabbioni) sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento esterno.

Ai fini di garantire che siano raggiunte condizioni di compattazione adeguate anche nella zona di scarpata, sarà onere dell' Appaltatore effettuare la stesa di materiale in eccesso di almeno 30 cm rispetto alla sezione teorica e successiva rimozione e riprofilatura

Nel caso di allargamento di un rilevato esistente, previa asportazione dello strato di terreno vegetale, si dovrà con cautela gradonare la scarpata del rilevato esistente, sulla quale verrà addossato il materiale costituente il rilevato di allargato. Tale operazione avverrà per fasi, avendo cura di fare seguire immediatamente ad ogni gradonatura (dell'altezza massima di 50 cm) la stesa del relativo nuovo strato ed il suo costipamento.

Nel caso di interruzione e/o sospensione dei lavori e quando la stesa dello strato di aggregato successivo avvenga oltre 72 ore dalla compattazione dello strato sottostante sarà cura e onere dell'Appaltatore spargere, per l'intera larghezza del rilevato, fitociti, antigerminali e anche taletissici. Prima della ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere ripulito dalle erbe e dalla vegetazione in genere, praticandovi dei solchi per il collegamento del nuovo strato con quello già messo in opera. Sullo strato già messo in opera dovranno essere ripetuti i controlli di compattazione.

Sarà cura ed onere dell'Appaltatore provvedere alla riprofilatura delle scarpate, delle banchine e dei cigli, nonché alla maggiorazione delle dimensioni di progetto per tenere conto degli assestamenti delle terre affinché al momento del collaudo i rilevati siano conformi alle caratteristiche previste in progetto in termini di altezza e larghezza in sommità.

Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso. Lo spessore minimo dello strato di terreno vegetale sarà di 20 cm, da stendere a cordoli orizzontali, opportunamente costipati, ricavando se necessario gradoni di ancoraggio.

La semina dovrà essere eseguita con semi scelti in relazione al periodo di semina e alle condizioni locali, in modo da ottenere i migliori risultati. La semina dovrà essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta l'Appaltatore dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

#### **1.4.2.2 Compattazione**

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo ( $\pm 1,5\%$  circa) a quello ottimo determinato mediante la prova AASHTO modificata.

Se tale contenuto d'acqua dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione; se inferiore l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.

Limitatamente ai materiali a granulometria grossolana, risultando le prove abituali non rappresentative, l'addensamento sarà controllato mediante successive livellazioni del piano di rullatura e la misura della densità in sito sarà fatta prelevando il materiale da un pozzetto che dovrà essere rivestito da apposito telo impermeabile successivamente riempito d'acqua. In

alternativa verranno effettuate prove di carico su piastra di diametro 30 cm; i moduli  $M_d$  dovranno risultare  $> 20$  MPa, comunque tali da garantire il rispetto delle condizioni da verificare sui piani di posa indicate nell'articolo 7.3.2.

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; nelle fasi iniziali del lavoro, l'Appaltatore dovrà adeguare le modalità esecutive in funzione degli aggregati da impiegare e dei mezzi disponibili.

La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme; a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.

Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato, le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma.

In presenza di paramenti flessibili e murature laterali, la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse. In particolare si dovrà evitare che grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti di terre rinforzate.

A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e densità richiesti anche operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

#### **1.4.2.3**      *Zone di transizione per manufatti*

A ridosso di manufatti disposti all'interno del rilevato (solitamente in senso trasversale con obliquità o meno), per evitare un brusco salto di deformabilità e salvo diverse previsioni di progetto (per es. solette di transizione), si dovranno realizzare zone di transizione, a deformabilità graduata, dal minimo in corrispondenza del bordo del manufatto alla deformabilità corrente del rilevato sullo stesso piano di riferimento.

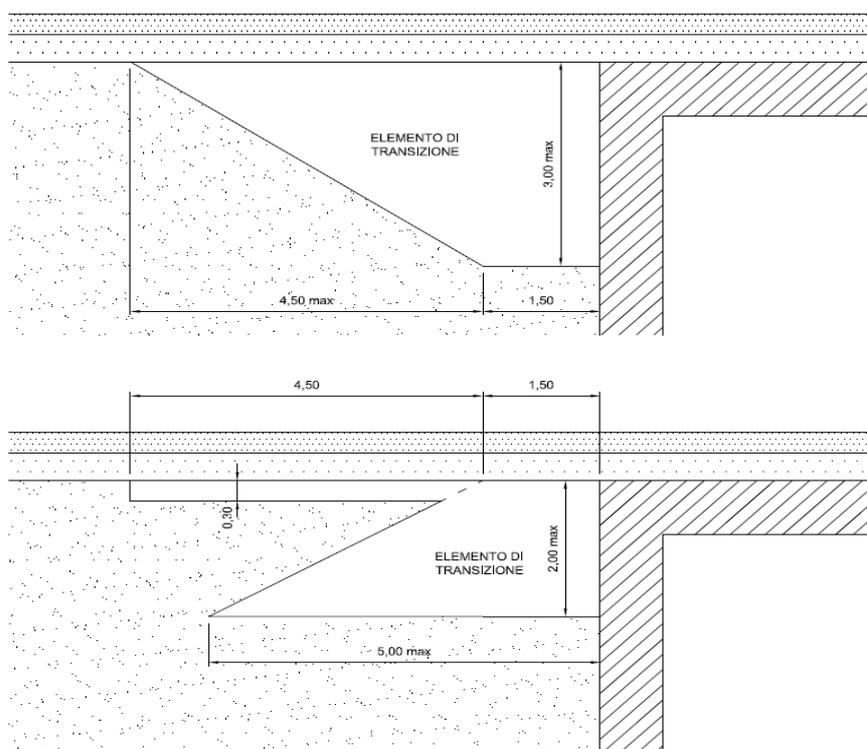
Tali zone potranno essere ottenute sostituendo il normale rilevato, in una porzione di opportuna geometria, con materiale praticamente incompressibile rispetto al primo. Si considerano due casi possibili:

- 1) Impiego di aggregato inerte di frantumazione, da pietra resistente e non geliva, privo di frazione fine (pietrischetti o pietrischi, con  $D \geq 4$  mm) e con granulometria grossolana e poco assortita, in modo da determinare una forte presenza di vuoti e quindi una totale insensibilità alla presenza di acqua ed anzi un buon drenaggio della medesima. Ottimale sarebbe l'utilizzo del pietrisco per massicciate ferroviarie, opportunamente intasato sulla superficie di appoggio dei soprastanti strati con inerte più fine o da essi separato per tramite di un opportuno telo geotessile, di peso non inferiore a  $300 \text{ g/m}^2$ . La geometria deve essere a trapezio rettangolo rovesciato nella sezione longitudinale, con: il lato verticale coincidente con il paramento murario del manufatto e di altezza pari a questo ultimo, con un massimo di 3 m a partire dalla quota di estradosso, coincidente con il piano di imposta della sovrastruttura; la base minore, in basso, di lunghezza minima pari

a 1.5 m e la base maggiore, in alto, di lunghezza pari a  $1.5 + 1.5H$  m, con massimo pari a 6 m (figura in alto).

2) Impiego del cosiddetto “misto cementato”, materiale legato, preconfezionato in centrali di betonaggio, ottenuto per miscelazione di aggregato, rispondente alle norme richiamate in precedenza e cemento, in ragione del 2.5-4.0% in peso dell’inerte secco. Per le sue caratteristiche e modalità di posa e di controllo si rimanda al punto specifico del capitolo sulle sovrastrutture stradali. In questo caso la geometria, in sezione longitudinale, può essere duplice:

- a trapezio rettangolo rovesciato, come nel caso precedente (figura in alto);
- a trapezio rettangolo come nel caso precedente ma non rovesciato, di altezza massima pari a 2 m, con una stesa a proseguire di uno strato di misto cementato a spessore costante pari a 30 cm, per una lunghezza di ulteriori 4.5 m (figura in basso). Con questa soluzione è possibile realizzare le l’elemento trapezio prima degli strati di rilevato ad esso adiacenti, che possono così essere compattati in modo più agevole.



In ciascuno dei due suddetti casi, nei quali l’elemento di transizione deve spingersi trasversalmente fino alle scarpate, il materiale, sia se legato, sia soprattutto se non legato, deve essere compattato adeguatamente, almeno fino al 95% della densità massima ottenuta in laboratorio, procedendo per strati di spessore non superiore ai 30 cm.

#### 1.4.2.4 Condizioni climatiche avverse

In presenza di gelo, di pioggia persistente o di neve non sarà consentita in linea generale la costruzione dei rilevati, fatte salve particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente ai materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es. pietrischi).

Nell'esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto di frazione fine (limi e argille) dovranno essere tenuti a disposizione anche carrelli pigiatori gommati che consentano di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia. Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata, provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

#### **1.4.2.5 Rilevati di prova**

L'Appaltatore procederà all'esecuzione di rilevati di prova in tali circostanze:

- quando sono previsti in progetto; in tale caso verranno rispettate le specifiche di progetto;
- su ordine della Direzione Lavori, per verificare l'idoneità di materiali diversi da quelli specificati in progetto o negli articoli del presente Capitolato, esempio: materiali a pezzatura grossolana (pietrame), materiali a grana fine (appartenenti ai gruppi A2-6 e A2-7) ed a comportamento instabile, etc..

Il rilevato di prova consentirà di verificare le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali messi in opera, le caratteristiche dei mezzi di compattazione (tipo, peso, energie vibranti) e le modalità esecutive più idonee (numero di passate, velocità del rullo, spessore degli strati, ecc.), le procedure di lavoro e di controllo cui attenersi nel corso della formazione dei rilevati.

L'ubicazione del campo prova, le modalità esecutive del rilevato di prova e delle relative prove di controllo saranno stabilite di volta in volta dalla Direzione Lavori; a titolo indicativo si adotteranno le seguenti prescrizioni:

- l'area prescelta per il rilevato di prova dovrà essere caratterizzata da condizioni dei terreni di fondazione (natura e proprietà geotecniche) prossime a quelle dell'area ove verrà realizzato il rilevato autostradale;
- la larghezza del rilevato di prova dovrà risultare almeno pari a tre volte la larghezza del rullo, i materiali saranno stesi in strati di spessore costante (o variabile qualora si voglia individuare lo spessore ottimale) e si provvederà a compattarli con regolarità ed uniformità simulando, durante tutte le fasi di lavoro, le modalità esecutive che poi saranno osservate nel corso dei lavori di costruzione del rilevato autostradale.

In generale per ciascun tipo di materiale e per ciascun tipo di modalità esecutiva si provvederà a mettere in opera almeno 2 o 3 strati successivi; per ogni strato si provvederà ad eseguire le prove di controllo dopo successive passate (ad esempio dopo 4, 6, 8, passate). Le prove di controllo da adottarsi saranno principalmente finalizzate ad individuare nel dettaglio le caratteristiche di densità, deformabilità e i contenuti d'acqua degli aggregati. In taluni casi si potrà ricorrere a prove speciali (ad esempio la prova di carico su piastra previa saturazione del materiale sottostante la piastra, prove geofisiche ecc.) e a prelievo di campioni indisturbati da destinarsi alle prove di laboratorio ponendo particolare attenzione a quei materiali considerati instabili o presunti tali, quali le rocce tenere di origine sedimentaria.

Limitatamente ai materiali a granulometria grossolana, risultando le prove abituali non rappresentative, l'addensamento sarà controllato mediante successive livellazioni del piano di rullatura e la misura della densità in sito sarà fatta prelevando il materiale da un pozzetto che dovrà essere rivestito da apposito telo impermeabile successivamente riempito d'acqua.

L'Appaltatore sarà tenuto a documentare in apposita relazione tutte le fasi di lavoro, i mezzi e le procedure impiegate. L'approvazione dei materiali nonché delle modalità esecutive spetta esclusivamente alla Direzione Lavori.

#### **1.4.2.6** *Caratteristiche di portanza dei piani di posa del rilevato e della sovrastruttura*

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione  $M_d$  valutato con prova su piastra, con piastra di diametro 300 mm ed, dovranno risultare, al primo ciclo di carico, non inferiori a:

60 MPa: sul piano di posa della sovrastruttura stradale in rilevato, in trincea o nel riempimento dell'arco rovescio in galleria (intervallo di pressione di riferimento pari a  $0,15 \div 0,25$  MPa);

20 MPa: sul piano di imposta del rilevato (come in precedenza definito), quando posto a 1,00 m da quello della sovrastruttura (intervallo di pressione di riferimento pari a  $0,05 \div 0,15$  MPa);

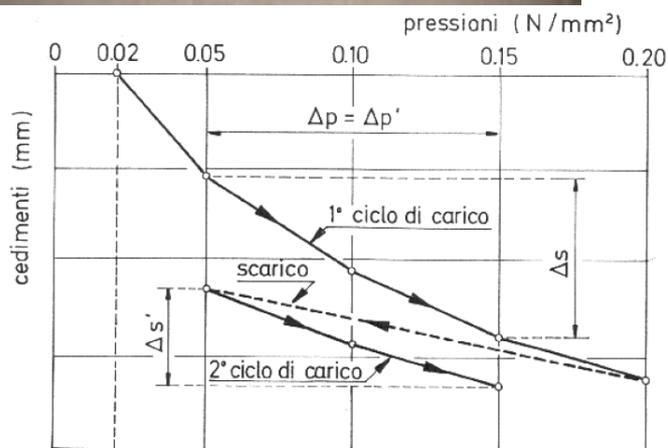
15 MPa: sul piano di imposta del rilevato, quando posto a 2,00 m da quello della sovrastruttura (intervallo di pressione di riferimento pari a  $0,05 \div 0,15$  MPa).

L'adozione, per il primo dei suddetti valori di  $M_d$ , di valori inferiori a quello indicato, con minimo di 50 MPa, potrà essere autorizzata dalla Direzione Lavori, sentito il Progettista, soltanto qualora particolari circostanze lo ritengano opportuno o rendano impossibile od eccessivamente oneroso il rispetto del valore minimo di 60 MPa.

La variazione del valore minimo del modulo di deformazione (nell'intervallo  $0,05 \div 0,15$  MPa) dovrà risultare lineare al variare della differenza di quota tra il piano di posa del rilevato ed il piano di posa della sovrastruttura, come dal diagramma più avanti riportato.

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa, sempre che siano garantiti la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali sia differenziali, tenuto conto del loro decorso nel tempo.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno ritenersi sufficientemente garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli. A questo proposito, qualora fossero stati posti in opera materiali (ad es. di riciclo) per i quali possa prevedersi un comportamento variabile nel tempo, dovranno essere condotte valutazioni basate su prove più accurate e di altro tipo, quali quelle edometriche, di carico su piastra in condizioni sature, ecc., secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori.



Prova di carico su piastra e diagramma risultante tipico (CNR – BU n. 146/1992 <sup>(3)</sup>)

<sup>(3)</sup> La norma consente fra l'altro di calcolare il "modulo di deformazione"  $M_d$ , dalla prova in sito con l'opportuna attrezzatura (v. foto in figura), tramite la formula:

$$M_d = D * \Delta p / \Delta s \quad [\text{MPa}]$$

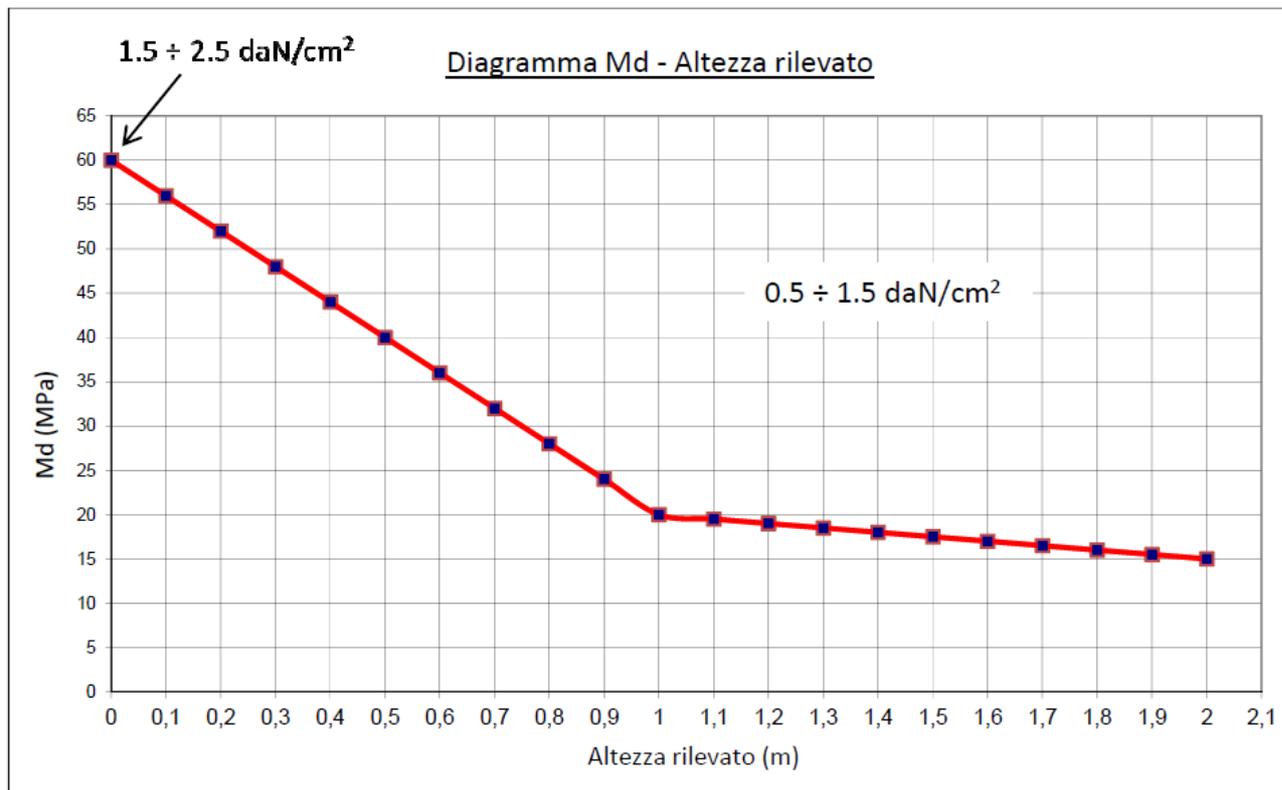
essendo:

D il diametro (mm) della piastra,

$\Delta p$  l'incremento di pressione (MPa) preso a riferimento,

$\Delta s$  l'incremento di abbassamento (mm) valutato come media delle misure ai tre comparatori a 120° impiegati.

La prova prevede un leggero precarico pari a 0.02 MPa e viene spinta, a gradini di 0.05 MPa, oltre il limite previsto (v. diagramma di figura). Vengono poi effettuati due cicli di carico, per valutare la risposta ad una maggiore compattazione, anche se il valore significativo è quello relativo al primo ciclo.



## 1.5 Prove di controllo

### 1.5.1 Prove di controllo sui piani di posa

A rullatura eseguita dovranno riscontrarsi in sito, sui piani di posa, le seguenti caratteristiche:

- densità secca almeno pari al 90% di quella massima AASHTO modificata, sul piano di posa dei rilevati, comunque tale da consentire il raggiungimento dei moduli sopra specificati. Qualora ciò non accada, in alternativa alla bonifica mediante scavo e sostituzione con materiale idoneo, potrà essere prescritto dalla Direzione Lavori di trattare il terreno in posto con le modalità di cui all' articolo 8.5, in modo che tale trattamento consenta il raggiungimento dei moduli previsti;
- densità secca almeno pari al 95% di quella massima AASHTO modificata, sullo strato di sottofondo o sul piano di posa della sovrastruttura in trincea, comunque tale da consentire il raggiungimento dei moduli sopra specificati.

Il numero minimo delle prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati (piano di scotico) e della sovrastruttura sia in trincea che in rilevato è messo in relazione alla sopra citata differenza di quota (S) fra i piani di posa del rilevato (piano di scotico) e della sovrastruttura, come indicato nella tabella che segue.

Prove	S = 0 ÷ 1 m	S = 1 ÷ 2 m	S > 2 m
prove di carico su piastra: - una ogni	1500 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>	3000 m <sup>2</sup>
prove di densità in sito: - una ogni	1500 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati. La Direzione Lavori potrà richiedere, in presenza di terreni "instabili", l'esecuzione di prove speciali (prove di carico su piastra previa saturazione ecc.).

Il controllo dello strato anticapillare sarà effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 10 ogni 1000 m<sup>3</sup>.

Sul piano di posa della sovrastruttura in rilevato o in trincea, a discrezione della Direzione Lavori ed eventualmente anche in sostituzione delle prove su piastra, potrà essere misurato il modulo elastico dinamico per tramite della strumentazione FWD (*Falling Weight Deflectometer*) nelle sue varie versioni (leggera portatile o pesante trainata da automezzo – v. paragrafo sulle definizioni). In tal caso la media dei valori di modulo ricavata da misure effettuate ogni 100 m<sup>3</sup> (equivalenti a circa una ogni 50 m per ogni corsia di marcia) e riferite a tratti omogenei di lavoro di almeno 300 m di lunghezza, deve risultare non inferiore a 150 MPa.

Nel caso si riscontrassero valori inferiori, l'Appaltatore dovrà intervenire, in accordo con la Direzione Lavori, per raggiungere i valori richiesti.

### 1.5.2 Altre prove di controllo

L'Appaltatore sarà tenuto a controllare il rispetto degli spessori degli strati prima della compattazione effettuando misure per ogni strato ed in numero minimo di 1 ogni 1000 m<sup>2</sup>. attraverso misure topografiche prima e dopo la compattazione con una griglia di punti avente una densità non superiore ad un punto/80 m<sup>2</sup>.

Prima che sia messo in opera uno strato successivo, ogni strato di rilevato dovrà essere sottoposto alle prove di controllo per verificare che siano rispettati i requisiti di costipamento minimi richiesti.

La frequenza delle prove di seguito specificata (in m<sup>3</sup>) deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato, della variabilità delle procedure di compattazione e di altri eventuali fattori di potenziale disuniformità.

La serie di prove sui primi 5000 m<sup>3</sup> sarà effettuata una volta tanto a condizione che i materiali mantengano caratteristiche omogenee e siano costanti le modalità di compattazione. In caso contrario la Direzione Lavori potrà prescrivere la ripetizione della serie. Le prove successive devono intendersi riferite a quantitativi appartenenti allo stesso strato di rilevato.

L'Appaltatore è altresì tenuto a effettuare controlli, su tutta la lunghezza dell'opera, dell'altezza del rilevato, della larghezza delle banchine (se presenti), della differenza di quota tra banchina e ciglio del rilevato in modo da verificare la conformità con il progetto.

Tipo di prova	Rilevati Autostradali				Terre Rinforzate ed Armate		Rilevati precarico Riempimenti banche	
	Corpo del rilevato		Ultimo strato di spess. 30 cm		primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>	primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>
	primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>	primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>				
Classificazione	500	10000	500	2500	500	5000	5000	20000

Tipo di prova	Rilevati Autostradali				Terre Rinforzate ed Armate		Rilevati precarico Riempimenti banche	
	Corpo del rilevato		Ultimo strato di spess. 30 cm		primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>	primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>
	primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>	primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>				
UNI 10006								
Costipamento AASHTO Mod. CNR	500	10000	500	2500	500	5000	5000	20000
Rilievo FWD	-	-	100***	100***	-	-	-	-
Densità in sito CNR 22	250	5000	250 500***	1000 2000***	250	1000	1000	1000
Carico su piastra CNR 9-70317	*	*	500 1000***	1000 2000***	1000	5000	-	-
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000	*	*
pH	*	*	*	*	500	5000	*	*
Solfati e cloruri	*	*	*	*	500	5000	*	*
Solfuri	*	*	*	*	500	5000	*	*

Note:

\* Su prescrizioni della Direzione Lavori;

\*\* Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato;

\*\*\* Frequenze corrispondenti all'incirca ad una prova ogni 50 m per ogni corsia di marcia.

Dovrà inoltre essere controllato lo spessore dello strato di terreno vegetale, l'eventuale realizzazione di gradoni di ancoraggio e l'uniformità dell'inerbimento; tali controlli dovranno essere effettuati su entrambe le scarpate con una frequenza di 1 ogni 2000 m<sup>2</sup>.

## 1.6 Trattamenti delle terre con calce

### 1.6.1 Generalità

Con trattamento a calce di una terra si intende la miscelazione della stessa calce, viva o idrata, in quantità tali da migliorare, attraverso reazioni chimico-fisiche, le sue caratteristiche di lavorabilità e di suscettibilità all'acqua, nonché le sue proprietà meccaniche. La presente norma si riferisce all'utilizzo della tecnica di trattamento a calce delle terre per:

- la costruzione del corpo dei rilevati;
- il trattamento del terreno naturale al di sotto del piano di scotico.

Nel presente Capitolato si fa riferimento alla sola operazione di mescolazione delle terre o degli aggregati con calce, sul sito di realizzazione del rilevato.

## 1.6.2 Materiali

### 1.6.2.1 Terreni o aggregati naturali

Potranno essere trattati a calce terreni naturali in posto o gli aggregati naturali provenienti dagli scavi (di bonifica, di sbancamento e in galleria) o da cave di prestito di cui sia dimostrata, mediante una opportuna serie di analisi di laboratorio, la capacità di dare luogo a quelle trasformazioni chimico-fisiche che conducono al miglioramento delle caratteristiche di lavorabilità e delle proprietà meccaniche. Indicativamente, sono idonee al trattamento con calce:

- le terre/aggregati fini plastiche limose-argillose dei gruppi A6 - A7 con valori dell' indice plastico normalmente compresi fra 10 e 50 o anche superiori;
- terre/aggregati appartenenti al gruppo A5, quando di origine vulcanica;
- le terre/aggregati appartenenti ai gruppi A2-6 e A2-7, quando contengano una frazione di passante al setaccio 0.4 UNI superiore al 35%.

In ogni caso:

- la curva granulometrica dovrà rientrare all' interno del fuso granulometrico riportato nella norma CNR B.U. 36;
- Il contenuto di sostanze organiche dovrà essere inferiori al 2%; tale valore potrà essere portato fino al 4% nel caso di trattamento del piano di posa, purché sia dimostrato il raggiungimento dei requisiti di resistenza e deformabilità e durabilità richiesti;
- I solfati totali (solfati e solfuri) dovranno essere inferiori al 2%;
- Contenuto d' acqua  $W_n$  inferiore a  $1.3 W_{n\ opt}$ , essendo quest' ultimo il contenuto d' acqua alla densità ottimale secondo la prova AASHTO mod T/180-57.

### 1.6.2.2 Calce

Sono ammessi i due seguenti tipi di calce da costruzione, purché dotati di marcatura CE: CL 90 o CL 80 (dove CL indica che trattasi di “calci calciche” e il numero rappresenta il contenuto minimo di CaO + MgO). Ciascuno di essi può essere utilizzato nelle due seguenti forme:

- calce aerea idrata ( $Ca(OH)_2$ ), con le designazioni: CL 90-S, CL 80-S;
- calce area viva macinata (CaO), con le designazioni: CL 90-Q, CL 80-Q.

I requisiti (chimici) della calce sono indicati nella tabella seguente:

#### Requisiti chimici della calce<sup>a)</sup>

	Tipo di calce da costruzione	CaO + MgO	MgO	CO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	Calce libera
1	CL 90	≥90	≤5 <sup>c)</sup>	≤4	≤2	-
2	CL 80	≥80	≤5 <sup>c)</sup>	≤7	≤2	-

a) Valori espressi come percentuale in massa;

c) E' ammesso un contenuto di MgO fino al 7% se si supera la prova di stabilità di cui al punto 5.3 della norma UNI EN 459-2.

Ad essi devono essere aggiunti i seguenti ulteriori requisiti:

REQUISITO	CALCE VIVA	CALCE IDRATA
Umidità	-	< 2%
Acqua legata chimicamente	< 2%	-
Reattività all' acqua	> 60 °C entro 25'	-
Dimensione massima dei grani	< 2 mm	< 2 mm
Percentuale passante, in peso	setaccio 0.2 mm: > 90% setaccio 0.075 mm: > 50%	setaccio 0.075 mm: > 50%

La calce potrà essere approvvigionata in sacchi o allo stato sfuso. Nel primo caso i sacchi saranno alloggiati in ambienti coperti e al riparo dall'umidità; nel caso di approvvigionamento allo stato sfuso, la calce sarà stoccata in cantiere in appositi silos, con sistema di abbattimento delle polveri, derivanti dallo scarico pneumatico dalle autobotti di approvvigionamento della calce. La quantità di calce disponibile in cantiere dovrà essere sufficiente ad assicurare almeno 2 giorni di piena operatività del cantiere.

### **1.6.2.3 Acqua**

L'acqua da utilizzare per le eventuali correzioni di umidità del terreno naturale dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque dannose (oli, acidi, alcali, cloruri, solfati, ecc.) e da qualsiasi altra sostanza nociva alle reazioni terra-calce. La fonte di approvvigionamento sarà indicata alla Direzione Lavori per approvazione.

### **1.6.3 Studi e Prove preliminari**

#### **1.6.3.1 Generalità**

Scopo degli studi preliminari è quello di verificare il raggiungimento del miglioramento prefissato delle caratteristiche del terreno, con il minimo impiego di calce e tale da assicurare nel tempo i requisiti richiesti.

Per verificare la compatibilità del terreno al trattamento a calce dovranno essere prelevati dei campioni da sottoporre a prove di laboratorio. Sulla base dei risultati ottenuti su questi campioni dovranno essere definite delle fasce di terreno "omogeneo", inteso come terreno che dovrà essere trattato con il medesimo quantitativo di calce.

Lo studio si articolerà attraverso:

- indagini sui terreni naturali,
- studio delle miscele sperimentali in laboratorio,
- studio delle miscele in sito mediante la realizzazione di campi prova in scala reale.

Il programma delle prove di laboratorio e in sito, nonché il progetto del campo prova, definito nel dettaglio, dovrà essere presentato dall' Appaltatore alla Direzione Lavori per approvazione.

I risultati ottenuti dovranno essere descritti in dettaglio in specifiche relazione illustrative ed approvate dalla Direzione Lavori

Tali studi e relativi oneri saranno a carico dell' Appaltatore.

### **1.6.3.2 Indagini sui terreni naturali**

Per ogni tipo di terreno o aggregato da utilizzare per la costruzione del corpo del rilevato, saranno condotte analisi di laboratorio, intese quali prequalifiche dei materiali e - come tali - a carico dell'Appaltatore.

Le prove di laboratorio, da effettuare su ciascun tipo di terreno/aggregato, sono le seguenti:

- contenuto di sostanze organiche,
- tenore in solfati e solfuri,
- analisi granulometrica, inclusa l'analisi per via umida,
- peso specifico dei grani,
- limiti di Atterberg,
- contenuto d' acqua naturale,
- esame diffrattometrico per la ricerca dei minerali argillosi,
- esame ottico per la ricerca dei minerali silicei amorfi,
- prova di compattazione aashto mod. t/180-57,
- indice cbr immediato (ipi),
- indice CBR con imbibizione, a 96 hr,
- analisi chimico-fisiche dell' acqua di falda: sali disciolti, Ph.

A giudizio della Direzione Lavori potranno essere richieste anche le seguenti prove aggiuntive, eseguite su campioni preparati al contenuto d' acqua  $W_{n\ opt}$ :

- compressione a espansione laterale libera con misura dei moduli di deformazione,
- compressione edometrica,
- taglio diretto,
- taglio residuo.

Nel caso nel quale il terreno sia naturale in sito o provenga da scavi di bonifica, sbancamento e in galleria dovranno essere prelevati n. 1 campione ogni volta che il terreno abbia caratteristiche differenti e in ogni caso almeno 1 ogni 1000 mq secondo uno schema a maglie e comunque rappresentativo dell'area da trattare.

Qualora il terreno da trattare provenga da una cava di prestito, dovrà essere prelevato un campione per ogni quantitativo di terreno omogeneo e comunque almeno 1 ogni 2000 mc.

Il terreno da prelevare in cava dovrà essere identificato mediante scavi di pozzetti e/o sondaggi di profondità adeguata per individuare l'omogeneità del fronte di scavo.

I campioni dovranno essere di adeguata dimensione (del peso complessivo di 30-40 kg cadauno).

### **1.6.3.3 Indagini sulle miscele calce-terreno**

I medesimi campioni rappresentativi dei terreni indagati, saranno utilizzati anche per la caratterizzazione fisico-meccanica delle miscele terreno – calce. Di norma, la percentuale di

calce viva da utilizzare per la miscela sarà pari al 3% in peso (nel caso di calce idrata 4% in peso).

Tali percentuali sono da intendersi riferite al peso del terreno naturale prima del trattamento e del costipamento.

La Direzione Lavori potrà comunque richiedere uno specifico studio per verificare l'opportunità di utilizzare una diversa percentuale di calce.

Tale studio avrà come scopo la definizione di correlazione empiriche che legano il dosaggio in calce, il contenuto d'acqua del terreno e i parametri che definiscono le caratteristiche del terreno trattato, ovvero:

- l'indice CBR immediato per gli strati di rilevato
- l'indice CBR per gli strati di rilevato
- il modulo elastico di Young in prova di compressione ad espansione laterale libera (modulo al 50% del carico di rottura).

Per la definizione di tali correlazione si richiede la sperimentazione di miscele con tre contenuti di calce, ciascuna delle quali effettuata con almeno quattro contenuti d'acqua (tra cui quello ottimo).

Le prove di laboratorio da effettuare su ciascun tipo di miscela terreno-calce sono le seguenti:

- analisi granulometrica, inclusa l'analisi per via umida,
- limiti di Atterberg ,
- contenuto d'acqua,
- prova di compattazione AASHTO mod. T/180-57,
- indice CBR immediato,
- indice CBR per tempi di maturazione pari a 96 hr, a 7 e a 28 giorni,
- indice CBR con imbibizione, a 96 h, per tempi di maturazione pari a 96 h, a 7 e a 28 giorni.

A giudizio della Direzione Lavori potranno essere richieste anche le seguenti prove aggiuntive, eseguite su campioni preparati al contenuto d'acqua  $W_{nopt}$  del terreno trattato:

- compressione edometrica,
- taglio diretto,
- taglio residuo.

Anche tali prove saranno eseguite a differenti tempi di maturazione (96 h, 7 e 28 giorni).

In fase di indagine sono richieste anche le analisi chimico-fisiche dell'acqua utilizzata nella preparazione degli impasti.

#### **1.6.3.4 Campi prova**

Ultimato lo studio delle miscele sperimentali e prima dell'inizio delle attività di costruzione dei rilevati, e per ogni diverso tipo di materiale, L'Appaltatore dovrà provvedere alla realizzazione di un campo prova.

Finalità del campo prova sono:

- verificare in scala reale i dati ottenuti in laboratorio,
- il controllo delle attrezzature, di miscelazione e compattazione,
- la definizione delle fasi e metodi delle lavorazioni, con particolare riferimento all'apporto di calce (eventualmente anche in più fasi, ad es. una prima passata all'1% e una seconda al 2%),
- schemi di miscelazione (n° di passate del Pulvimixer ottimali necessari ad ottenere la granulometria prevista) e rullatura (n° di passate del rullo), in relazione alle attrezzature adottate dall'Appaltatore stesso,
- la definizione delle modalità di controllo e dei limiti di accettabilità dei tenori di umidità dei terreni posti in opera e delle miscele terreno – calce, prima della rullatura finale.

L'ubicazione di ciascun rilevato, le sue modalità esecutive, l'ampiezza ed il grado di approfondimento delle indagini di laboratorio e le prove di controllo in sito saranno stabilite dalla Direzione Lavori, in base ai risultati delle indagini e degli studi specialistici di progetto di cui ai punti precedenti, nonché all'entità e importanza dell'opera.

In linea generale, quando è previsto il trattamento a calce delle terre del piano di posa dei rilevati e della sovrastruttura per le sedi in trincea, dovrà essere realizzato un campo prova per ogni zona omogenea di terreno naturale di lunghezza utile di 30 m e larghezza tale pari a 6-8 volte la larghezza dello spandi-calce/rullo e di spessore pari a quanto previsto in progetto per il rilevato vero e proprio.

Quando è previsto il trattamento a calce delle terre da impiegare per la realizzazione degli strati del corpo dei rilevati, dovranno essere realizzati almeno tre strati per un'altezza totale di 0.9m costituito da materiale omogeneo. La dimensione utili in sommità dovranno essere pari a 50 m di lunghezza e larghezza pari a 6-8 volte la larghezza dello spandi-calce/rullo.

L'area prescelta per la prova dovrà essere perfettamente livellata, con pendenza superiore al 0,5% (cinque per mille), e compattata in modo tale da garantire un piano di imposta uniforme e stabile per gli strati terreno-calce successivamente posti in opera. Il campo prova dovrà essere realizzato secondo le stesse modalità di esecuzione del rilevato.

Dovranno essere messi in opera tipi diversi di compattazione scelti in funzione del terreno da compattare; indicativamente saranno provati 2-4 passate del Pulvi-mixer e due-quattro schemi di rullatura.

Dovranno essere sperimentate almeno 2 miscele tra quelle ritenute idonee dallo studio di laboratorio.

Per la realizzazione del campo prova, sia per il piano di posa sia per gli strati del corpo del rilevato dovranno essere effettuate le operazioni che seguono:

- 1) dovrà essere tarata la spanditrice di calce come riportato al punto per il controllo del dosaggio;
- 2) prima della stesa della calce dovrà essere controllato il contenuto d'acqua del terreno e confrontato con quello utilizzato nello studio delle miscele;
- 3) dopo la miscelazione dovrà essere di nuovo controllato il valore del contenuto d'acqua e verranno eseguiti i prelievi (da 1 a 3 campioni di 30-40 kg cadauno) per l'esecuzione di prove di classificazione, prove Proctor e CBR e prove geotecniche indicate all'art. 8.6.3.3;
- 4) la miscela dovrà essere poi compattata secondo schemi di rullatura prefissati;

- 5) in sommità dello strato finale dovrà essere determinato il modulo di deformazione, con piastra da 30 cm. Le misure dovranno essere effettuate almeno al tempo 0 (cioè subito dopo la compattazione), a 3, 7 e 28 gg su almeno 3 punti appartenenti ad una porzione di rilevato omogenea sia per la miscela che per le modalità di compattazione;
- 6) agli stessi tempi delle prove di carico su piastra, dovranno inoltre essere misurati i valori del CBR in situ, delle densità in situ e del contenuto d'acqua, da eseguirsi su porzioni di terreno in vicinanza dei punti di misura del modulo;
- 7) le stesse prove di carico su piastra e CBR dovranno essere eseguite dopo imbibimento;
- 8) dovrà essere controllato lo spessore dello strato finito (rilevati) o controllato la profondità del trattamento (piano di posa) mediante pozzetti e spruzzaggio di soluzione alcolica di fenoltaleina.

Il progetto del campo prova, definito nel dettaglio, dovrà essere presentato dall'Appaltatore alla Direzione Lavori per approvazione.

I risultati ottenuti dovranno confermare quelli dello studio. Nel caso nel quale i requisiti minimi, previsti in progetto, non venissero raggiunti, dovranno essere modificati i metodi di compattazione e/o le miscele terra/calce fino ad ottenere i requisiti minimi richiesti; in caso contrario si dovrà scartare il prodotto sperimentato.

La miscela ottimale scaturirà dai risultati delle analisi effettuate in laboratorio e da quelli ottenuti nel campo prova e, in ogni caso, dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori.

#### **1.6.4 Modalità esecutive**

##### **1.6.4.1 Prescrizioni generali**

L'Appaltatore dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il programma delle fasi di lavorazione, comprensivo degli elaborati grafici (planimetrie e sezioni) che evidenzino le aree progressivamente interessate dai lavori di costruzione dei rilevati, nonché le eventuali aree di stoccaggio provvisorio dei materiali.

Il trattamento a calce del terreno non dovrà essere effettuato in caso di pioggia, di temperature inferiori al suolo di 2 °C, in presenza di vento forte (> 40 km/h), che sollevi la calce stesa, e nel caso nel quale ci sia presenza di acqua o venute di acqua sul piano dove viene steso il terreno da trattare.

Nel caso che il terreno sia saturo fino al p.c., prima di procedere al trattamento con calce del piano di posa del rilevato, si dovrà obbligatoriamente provvedere ad abbassare il livello d'acqua e a mantenerlo tale per un tempo, sufficiente a non inficiare l'esito del trattamento.

##### **1.6.4.2 Attrezzature**

Ad ogni consegna dell'area di lavoro, l'Appaltatore presenterà l'elenco e le schede tecniche delle attrezzature da utilizzare per lo spargimento della calce, per lo spargimento dell'acqua, per la frantumazione e miscelazione del terreno nonché dei mezzi di compattazione. I mezzi dovranno presentare adeguatezza, completezza e omogeneità di prestazioni/produzione; poiché l'attrezzatura più specialistica è rappresentata dal Pulvimixer, alla sua produttività dovrebbero essere legate le prestazioni delle restanti attrezzature. Si prescrivono comunque le seguenti caratteristiche minime:

Spandicalce:

- precisione del dosaggio:  $\pm 10\%$  ;
- capacità di stesa in grado di consentire la stesa in un'unica passata;
- piena efficienza delle bandelle (in materiale plastico) per il contenimento delle polveri all'atto della stesa della calce;

#### Pulvimixer:

- profondità di lavoro massima:  $> 40$  cm;
- n° dei denti/palette  $> 80\%$  del nominale;
- 4 ruote motrici;

#### Rulli:

- rulli a piede di montone del peso statico  $> 16$  t;
- rulli lisci per le operazioni di finitura.

### **1.6.4.3 Preparazione del terreno naturale**

Il terreno/aggregato pronto per il trattamento a calce dovrà essere esente da sostanze organiche e, nel caso di materiale provenienti dagli scavi, da eventuali residui di lavorazione (blocchi di calcestruzzo proiettato, elementi di vetroresina, ecc.).

Il terreno/aggregato non dovrà presentare elementi di dimensioni superiori a 4 cm.

In particolare, laddove sia previsto l'impiego di smarino di galleria, l'Appaltatore provvederà a sua cura e spese all'adozione delle più opportune tecnologie di scavo o all'eventuale frantumazione e vagliatura del materiale stesso, al fine di ridurlo ad idonea pezzatura.

Qualora il terreno da trattare sia troppo secco, dovrà essere umidificato aggiungendo un'opportuna quantità di acqua con controllo finale su più punti del contenuto  $W_n$  raggiunto.

### **1.6.4.4 Stesa del terreno naturale**

Nel caso di strati di rilevato, la stesa del terreno/aggregato naturale dovrà essere preceduta dalla preparazione della superficie dello strato precedente mediante erpicatura. Lo spessore del materiale steso, dopo una prima livellazione, dovrà risultare non superiore a quello massimo stabilito in progetto o a seguito dei risultati del campo prove. Indicativamente, lo spessore del materiale steso, da controllare con dime, sarà pari a quello finale previsto, aumentato del 15-20%. Terminata l'operazione di stesa, si procederà alla determinazione dell'umidità naturale che non si dovrà discostare dal campo di valori ottimali definiti a seguito dei risultati delle analisi di laboratorio e del campo prove. Nel caso in cui l'umidità naturale risulti in eccesso, si provvederà ad erpicare ed arieggiare il materiale per favorire l'evaporazione; nel caso di umidità naturale insufficiente, l'Appaltatore provvederà ad umidificare il terreno mediante aspersione d'acqua con autobotte.

### **1.6.4.5 Stesa della calce**

Si spargerà la calce solo sulla superficie che potrà essere lavorata in giornata, in modo da evitare sia la asportazione della calce da parte degli agenti atmosferici che il fenomeno della sua parziale carbonatazione. La stesa della calce sarà effettuata mediante impiego di apposita attrezzatura (spandicalce) a controllo volumetrico o gravimetrico capace di assicurare un

dosaggio costante sia in senso trasversale che longitudinale. La velocità dello spandicalce non dovrà essere superiore a 4 km/hr. Al termine delle operazioni di stesa della calce si verificherà visivamente l'omogeneità della stesa e l'assenza di eventuali zone non trattate. Il controllo della quantità distribuita, nella misura a metro quadrato tale da raggiungere la percentuale in peso prevista in sede di progetto della miscela, sarà effettuato ad ogni inizio turno o ad ogni richiesta della Direzione Lavori, posizionando un telo quadrato con superficie 1 mq sul terreno prima del passaggio della macchina spandicalce e pesando poi la calce su di esso depositata a passaggio avvenuto. La quantità di calce distribuita non dovrà risultare inferiore a quella di progetto.

#### **1.6.4.6**      *Miscelazione*

Ultimata la stesa della calce si procederà alla miscelazione entro le successive 2 ore. La miscelazione sarà ottenuta eseguendo il numero di passate di Pulvimixer stabilito a seguito dei risultati del campo prove, e comunque in numero tale, che il terreno miscelato soddisfi le seguenti condizioni granulometriche:

- passante inferiore a 25 mm: 75%;
- passante al crivello 5 UNI:  $\geq 50\%$ .

Il numero di passaggi e la velocità di avanzamento della macchina dovranno essere tali da raggiungere condizioni omogenee di trattamento. L'omogeneità del trattamento è verificata mediante scavo di pozzetti, in ragione di uno ogni 500 mq e comunque almeno 4 giornalieri; si controllerà il colore delle pareti prima e dopo lo spruzzaggio di soluzione alcolica di fenolfaleina all'1%, che impartirà colore rossastro. L'avvenuto controllo sarà documentato mediante fotografia .

Ogni 1.000 mq si controllerà l'umidità della miscela, che dovrà rientrare nei limiti stabiliti a seguito dei risultati del campo prove e delle analisi di laboratorio. Quando necessario, durante o dopo la miscelazione, si irrorerà il terreno trattato fino a rientrare nei limiti suddetti.

I giunti longitudinali ottenuti dalla lavorazione su stese contigue devono risultare sovrapposti per almeno 15 cm; inoltre nella stessa giornata lavorativa devono essere completati tratti di tracciato per tutta la loro larghezza prevista dal progetto.

Nei giunti di lavoro trasversali, perpendicolari all'asse del tracciato, la miscela già costipata va ripresa in tutte quelle zone nelle quali il contenuto di calce, lo spessore, o il grado di compattazione risultino inadeguati e/o disomogenei.

Le riprese dovranno essere eseguite all'inizio della successiva giornata lavorativa, nello strato indurito, in modo da presentare superficie verticale, per evitare la possibilità che si manifestino successive fessurazioni.

Nel caso di trattamento su più strati i giunti longitudinali e trasversali dovranno essere opportunamente sfalsati ed inoltre è necessario che lo strato superiore venga miscelato con uno spessore tale da garantire un'ammorsamento di qualche cm nello strato sottostante.

#### **1.6.4.7**      *Compattazione*

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione, nonché il dettaglio delle modalità esecutive (numero di passate, velocità operativa, frequenza), dovranno essere fissate a seguito delle indagini sul campo prove e sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

Prima dell'inizio delle operazioni di rullatura si procederà alla regolarizzazione della superficie dello strato, mediante motolivellatore (graeder).

La compattazione dovrà essere condotta con metodologie atte ad ottenere un addensamento uniforme; a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo. La velocità massima del rullo sarà di 4 km/hr. Nel caso di stabilizzazione con calce idrata, lo strato di terra trattata dovrà essere compattato immediatamente dopo la miscelazione.

Nel caso di trattamento con calce viva, la compattazione dovrà essere eseguita dopo il completamento della reazione esotermica di spegnimento della calce, avendo verificato che il contenuto d'acqua sia quello atteso.

La completa idratazione della calce viva richiede un tempo variabile in funzione della temperatura e umidità del suolo; per temperature superiori ai 3 °C, 1 - 3 ore di maturazione della miscela sono sufficienti.

Nella costruzione dei rilevati occorrerà procedere a fronte chiuso, completando in giornata le operazioni di miscelazione e compattazione e sovrapponendo il primo strato di terreno naturale che sarà trattato il giorno successivo, a sua volta leggermente compattato, per minimizzare la carbonatazione e proteggere gli strati sottostanti in maturazione. Qualora le condizioni climatiche siano tali che gli strati lavorati possano subire dannosi effetti di essiccamento/umidificazione, si procederà alla protezione dei medesimi con uno dei seguenti metodi:

- manto di protezione di bitume liquido BL350-700 (BU CNR n. 7) in ragione di 1.0 kg/mq;
- emulsione bituminosa a lenta rottura del tipo EL55 (BU CNR n. 3) in ragione di 1.8 kg/mq.

Tale protezione dovrà essere rimossa con cura alla ripresa delle lavorazioni.

#### **1.6.4.8 Prove di controllo**

L'Appaltatore è tenuto ad instaurare un sistema di controllo di produzione. Le registrazioni tenute dovranno indicare quali procedimenti di controllo qualità sono stati messi in atto durante la produzione. In particolare, i controlli di produzione avverranno secondo quanto indicato nel seguito.

##### Calce

La calce dovrà provenire da fornitori qualificati ed approvati da Committente. Le caratteristiche della calce, dovranno essere certificate dal produttore ogni 1200 kN (120 ton) di prodotto consegnato.

##### Terreno naturale da trattare

Sul terreno da trattare dovrà essere prelevato 1 campione ogni 1.000 m<sup>2</sup>; per ciascun campione prelevato si dovrà verificare che i valori ottenuti siano congruenti con quelli degli studi preliminari.

##### Terreno miscelato

Sul prodotto miscelato dovrà essere effettuata:

- contenuto d' acqua  $W_n$  ogni 1000 m<sup>2</sup>;
- una prova CBR e prova di compattazione AASHTO mod T/180-57, ogni 3000 m<sup>2</sup>.

Il controllo della taratura della spanditrice dovrà essere effettuato per ogni variazione di percentuale di calce da utilizzare e ad ogni inizio di lavorazione. Durante la lavorazione dovranno comunque essere effettuate le verifiche sulla qualità e omogeneità dello spandimento della calce almeno ogni 2000 m<sup>2</sup> di terreno trattato secondo le modalità indicate in precedenza.

Nel caso di utilizzo di spanditrici che producano un diagramma dello spandimento, il controllo dovrà essere effettuato solo durante la fase di taratura della macchina.

Dopo la fase di miscelazione dovrà essere verificato che la componente limo-argillosa passi per il 75% al setaccio da 25 mm. Il controllo dovrà essere effettuato con una frequenza di 1/2000 m<sup>2</sup>.

#### Terreno miscelato dopo compattazione

Sugli strati intermedi verranno eseguite le prove di densità in sito ogni 2000 m<sup>2</sup> e comunque non meno di una prova per strato. Il peso secco dell'unità di volume dovrà risultare maggiore o uguale al 95% del massimo peso secco dell'unità di volume della miscela terreno - calce determinato con prova AASHTO Mod. T/180-57.

Sui piani di posa, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà essere conforme alle prescrizioni dell'articolo 8.3.2.

### **1.7 Documentazione dei lavori**

L'Appaltatore sarà tenuto a documentare in apposita relazione:

- la provenienza ed i certificati riportanti le caratteristiche dei materiali impiegati;
- le fasi di lavoro;
- i mezzi e le procedure impiegate;
- i controlli effettuati in corso d'opera.

L'approvazione dei materiali nonché delle modalità esecutive e dei risultati dei controlli e dei monitoraggi spetta esclusivamente alla Direzione Lavori.

Relativamente al monitoraggio dell'opera, sarà cura e onere dell'Appaltatore fornire alla Direzione Lavori rapportini illustrativi dei risultati ottenuti, confrontati con le previsioni di progetto, alle varie cadenze di lettura programmate e comunque ogni volta che si verificano scostamenti significativi con le previsioni di progetto.

## **2. PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO**

### **2.1 Leganti bituminosi di base e modificati**

#### ***2.1.1 Leganti bituminosi semisolidi - caratteristiche e penali***

I leganti bituminosi semisolidi di base per usi diretti o per modifiche successive con polimeri o altri trattamenti, sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi prodotti in raffineria mediante: distillazione primaria (topping e vacuum); conversione (cracking termico, visbreaking);

I leganti bituminosi usati senza alcun trattamento sono di normale produzione da raffineria vengono definiti di tipo A e vengono impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali di cui all'art. 33.2.

I bitumi da modificare con additivi sono denominati di "base modifica" e chiamati "BM",

La tabella sinottica I° che segue indica i diversi tipi di leganti utilizzabili; quella successiva, denominata tabella sinottica II° i conglomerati in cui vengono impiegati e la terza, tabella sinottica III°, gli additivi utilizzati nelle modifiche.

TAVOLA SINOTTICA I° LEGANTI BITUMINOSI NORMALI E MODIFICATI

Categoria Leganti	Tab.	Sigla Bitume	Campi di applicazione (per le sigle vedi tab sinottica II)
Bitume tal quale per usi diretti	3.2.	A, A1	CB, CBS
Bitume di base per modifiche	3.2.1.	BM	CBM, CBH, CBD, MT, MTF, TSC, CBV, S, GT, MAD, MAMT, MAV, MAPCP
Bitume Medium(°)	3.3.3.	B	CBM
Bitume Hard	3.3.4.	C	CBH(°°), CBD, CBMD, CBV, CBMU, CBDC, TSC, MT, MAD, MAMT, MAV, MAPCP, ECD
Bitume Hard per: Microtappeti a freddo, Riciclaggio in sito a freddo	3.3.5.	D	MTF, CBRF
Bitume Hard per: Sigillature, Giunti tamponi	3.3.6.	E	S, GT
Emulsioni bituminose cationiche	3.3.7.	F1, F2	MAF
Altri materiali coadiuvanti l'azione legante	Tab.	Sigla Bitume	Campi di applicazione (per le sigle vedi tab sinottica II)
Attivanti chimici funzionali	3.3.8.	A.C.F.	CBR(°°°), CBRF, CBS
Dopes di adesione		DOP	Dove previsto dall'art. 3.3.6
Fibre di natura minerale (vetro) o miste	3.4.1.	MST	CBD, TSC, MT, CBMD, CBMU, ECD
Fibre di natura minerale (vetro) a filo continuo	3.4.2.	MST	MTF
Leganti sintetici	3.5.	LS	TSS

(°) Usato nei CB quando il bitume di base non raggiunge i minimi richiesti

(°°) Per aumentare la durata a fatica dei CB

(°°°) Vengono usati per riattivare le caratteristiche reologiche dei bitumi nei CBR (strati di base, collegamento, usura)

TAVOLA SINOTTICA II° CONGLOMERATI BITUMINOSI

Sigla	Campi di applicazione
CB	Conglomerati bituminosi con bitume tal quale
CBM	Conglomerati bituminosi speciali per strati di base, collegamento ed usura, con bitume a modifica "Medium"
CBH	Conglomerati bituminosi ad alta resistenza a fatica per strati di base, collegamento ed usura, con bitume a modifica "Hard"
CBD	Conglomerato bituminoso drenante fono-assorbente monostrato
CBMD	Conglomerato bituminoso micro-drenante per usura
CBDC	Conglomerato bituminoso drenante calcareo

Sigla	Campi di applicazione
CBR	Conglomerato bituminoso riciclato
CBMU	Conglomerato bituminoso micro-usura
MT	Microtappeti ad elevata rugosità (parzialmente drenanti)
ECD	Conglomerato bituminoso ecodrenante
CBS	Conglomerato bituminoso schiumato
CBRF	Conglomerato bituminoso riciclati a freddo con emulsione
TSC	Trattamenti superficiali a caldo
MTF	Microtappeti a freddo
CBV	Conglomerato bituminoso per viadotti
S	Sigillature
GT	Giunti a tampone
MAD	Mano di attacco per CBD,CBDC
MAMT	Mano di attacco per MT, CBMU
MAV	Mano di attacco per CBV (tra membrana e CBV)
MAPCP	Mano di attacco per PCP(lastra in cls ad armatura continua)
MAF	Mano di attacco a freddo per conglomerati bituminosi tradizionali

TAVOLA SINOTTICA III° ADDITIVI

Sigla	Polimeri e Additivi
SBSr	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura radiale
SBSl	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura lineare
SIS	Stirene-Isoprene-Stirene
EVA	Etilene-Vinil-Acetato
LDPE	Polietilene a bassa densità
A.C.F.	Attivanti Chimici Funzionali
FM	Fibre Minerali (vetro) o Miste
FV	Fibre Vegetali
LS	Leganti Sintetici

### 2.1.1.1 Bitumi di base

I leganti bituminosi semisolidi impiegati senza alcun trattamento sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione di raffineria (definiti tipo A) con le caratteristiche indicate in Tab. 1 impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali a caldo di cui all'art. 33.2. Nella Tab. 1 sono riportate le caratteristiche riferite al prodotto di base "A" così come viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio. I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalle normative: UNI EN 58/2005.

TABELLA 1 - Bitume "A" (50/70)

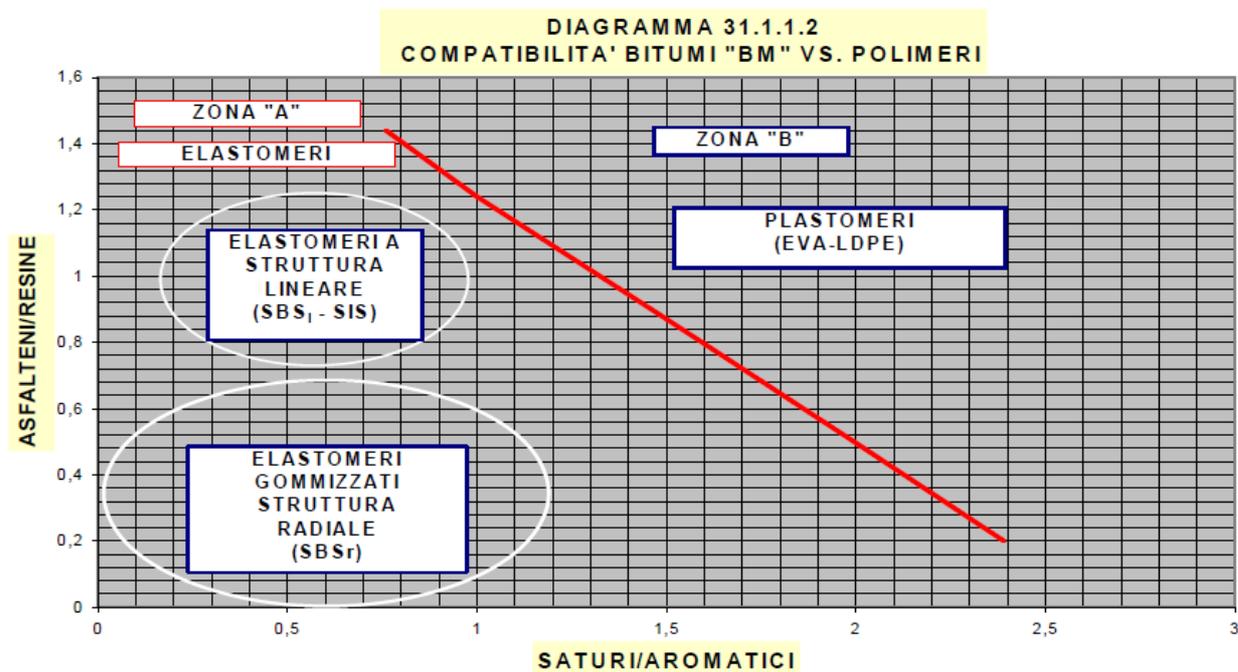
Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN 1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN 1427	46-56

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	$\leq \varnothing -6$
Solubilità in Tricloroetilene, min.	%	UNI EN12592	$\geq 99$
Viscosità dinamica a160°C,gradiente di velocità $\dot{\gamma}=10s^{-1}$	Pa*s	UNI EN13702-2	$\geq 0.05 -$ $\leq \varnothing 0,2$
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento(volatilità) a163°C	%	UNI EN 12607-1	$\leq \varnothing 0,5$
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	$\geq 50$
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	$\leq 9$

(\*) Rolling Thin Film Oven Test

### 2.1.1.2 Caratteristiche del bitume di base “BM” per la modifica con polimeri

Per i leganti bituminosi semisolidi di base BM indichiamo 8 caratteristiche più i frazionamenti chimici riferiti agli asfalteni, polari (resine), aromatici, saturi determinati mediante analisi TLC/FID Iatrosan. Per questi ultimi, i valori dei rapporti asfalteni/resine e saturi/aromatici dovranno essere tali da rientrare nel quadrante di compatibilità riportato nel diagramma seguente, inoltre si dovrà rientrare nei limiti almeno per 4 caratteristiche su 8, obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla viscosità dinamica a T=160°C, perdita per riscaldamento (volatilità) a T=163°C, penetrazione e punto di rammollimento, obbligatoria sempre la rispondenza nelle grandezze riferite ai rapporti dei frazionamenti chimici del diagramma.



Nella tabella 2 e nel diagramma di cui sopra sono riportate le caratteristiche che deve avere il prodotto di base modifica “BM” quando viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio.

I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalla normativa UNI EN 58/2005.

La non rispondenza del legante alle caratteristiche richieste nella tabella 2 comporta l'applicazione delle penalità di cui all'art. 33.1.1.3.

TABELLA 2 - Bitume BM

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	80-100
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	40-44
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ -8
Solubilità in Tricloroetilene, min.	%	UNI EN12592	≥ 99
Viscosità dinamica a160°C,gradiente di velocità $\dot{\gamma}=10s^{-1}$	Pa*s	UNI EN13702-2	> 0.1
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento(volatilità) a163°C	%	UNI EN 12607-1	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 50
Incremento del Punto di rammollimento	°C ≤ 9	UNI EN1427	≤ 9

(\*) Rolling Thin Film Oven Test

### 2.1.1.3 Leganti bituminosi modificati

I leganti bituminosi modificati sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi di base ed appositi polimeri ed additivi (vedi tavola sinottica III°).

Possono anche essere modificati con azione termo-meccanica come avviene per i bitumi schiumati.

Nel seguito indichiamo le 9 caratteristiche dei bitumi modificati “Medium” siglati: “B” e “D”, e le 10 caratteristiche per quelli a modifica “Hard” siglati “C”.

Si deve rientrare nei limiti per almeno 5 caratteristiche su 9 e 5 caratteristiche su 10 per i bitumi modificati siglati: B, D, C; è sempre obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla: viscosità dinamica a T=160°C, penetrazione, punto di rammollimento, ritorno elastico a T=25°C e stabilità allo stoccaggio.

Qualora i bitumi modificati non risultino come da richieste testé definite, o per carenza definita nell'art. 33.1.1.1 o per carenza della modifica, verranno penalizzati del 10% i prezzi di tutti i conglomerati per strati di base, collegamento ed usura o per altri impieghi, confezionati con la partita di bitume a cui si riferiscono le prove.

L'applicazione di queste penali non esclude quelle previste in altri articoli delle presenti norme, riferite a caratteristiche prestazionali del prodotto finito quali: moduli, durate, resistenze, regolarità, ecc.

Nella tavola sinottica II° sono riportate le categorie dei leganti per tipo di modifica e campi di applicazione.

#### **2.1.1.4 Certificazione di qualità**

I bitumi modificati da impiegare nelle lavorazioni, devono essere forniti da Produttori Certificati in Qualità che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione. Le verifiche di rispondenza, in conformità a quanto previsto dalle Norme UNI EN ISO 9002/94, devono essere certificate da Enti riconosciuti, in conformità alla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 2357 del 16.05.1996 (Gazzetta Ufficiale n° 125 del 30.05.1996). La Direzione Lavori e la Committente potranno effettuare in contraddittorio, in ogni momento e a loro insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, prelievi e controlli sul prodotto finito. La non rispondenza dei requisiti comporta, dopo eventuale ulteriore verifica, la sospensione dei lavori sino alla risoluzione delle anomalie rilevate e/o l'applicazione delle penali previste.

#### **2.1.2 Bitumi modificati con additivi**

I bitumi modificati rappresentano quei leganti per uso stradale di nuova generazione, che garantiscono una maggiore durata a fatica delle miscele bituminose rispetto a quelle impieganti bitumi di base o che riducano l'attitudine alla deformazione permanente dei conglomerati o permettano altri risultati altrimenti impossibili con i conglomerati normali.

La loro produzione avviene in impianti industriali dove vengono intimamente miscelati i bitumi base modifica "BM" (vedi tab.31.1.1.2) con polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica e/o altre tipologie di modifica. I bitumi modificati, in funzione del tipo di modifica, vengono così definiti:

Bitume con modifica "MEDIUM" (caratteristiche sono riportate nella tabella 3)

Bitumi con modifica "HARD" (caratteristiche riportate nelle tabelle 4, 5, 6)

I bitumi con modifica " MEDIUM " possono essere impiegati nelle miscele di base, collegamento e usura, mentre i bitumi a modifica "HARD", utilizzabili in tutte le miscele, devono essere tassativamente impiegati nelle miscele particolari indicate nella Tavola sinottica I° art. 33.1.1 salvo diversa indicazione della Committente.

I bitumi modificati, sia " MEDIUM " che "HARD", preparati da "MASTER" (bitume madre modificato con percentuali elevate di polimero) devono essere successivamente tagliati per aggiunta e miscelazione di bitume di base in percentuali tali da raggiungere le caratteristiche richieste nelle tabelle 3, 4, 5, 6.

Per i bitumi modificati, sia " MEDIUM " che "HARD", il produttore deve certificare le seguenti caratteristiche: penetrazione a 25°C, punto di rammollimento, recupero elastico a 25°C e la stabilità allo stoccaggio. La certificazione deve accompagnare tassativamente il quantitativo trasportato.

Inoltre il produttore deve indicare, nella stessa modulistica di certificazione del prodotto trasportato, le condizioni di temperatura da attuare per le operazioni di: pompaggio, stoccaggio e di lavorazione (miscelazione). La produzione di bitumi modificati può avvenire anche agli impianti di fabbricazione dei conglomerati bituminosi, Certificati in Qualità, purché i bitumi prodotti abbiano le caratteristiche richieste nelle tabelle: 3, 4, 5, 6.

In questo caso i carichi di bitume base modifica devono essere testati almeno sui valori del punto di rammollimento e della penetrazione (vedi tab. 2).

### 2.1.3 Bitumi con modifica “MEDIUM”

Tali bitumi vanno usati quando i bitumi tal quali non rientrano nelle caratteristiche richieste o non permettono le volute prestazioni dei conglomerati bituminosi per strati di base, collegamento ed usura. La modifica deve conseguire sul legante i seguenti risultati:

TABELLA 3 - BITUME “MEDIUM”- LEGANTE “B”

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≥ 60
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ 2 -10
Viscosità dinamica a160°C, $\dot{\gamma}=100s^{-1}$	Pa*s	UNI EN13702-2	≥ 0.10 - ≤ 0,3
Ritorno elastico a25°C, 50mm/min	%	UNI EN13398	≥ 65
Stabilità allo stoccaggio, 3 gg, a180 Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN13399	≤ 3
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento(volatilità) a163°C	%	UNI 12067-1	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 40
Incremento del Punto di rammollimento	°C 29	UNI EN1427	≤ 8

(\*) Rolling Thin Film Oven Test

### 2.1.4 Bitumi con modifica “HARD”

Le caratteristiche dei leganti con modifica “Hard” da impiegare per la realizzazione di conglomerati bituminosi “Hard” - CBH (Vedi tavola sinottica I°), conglomerati bituminosi drenanti (CBD), microtappeti ad elevata rugosità (MT), microtappeti superficiali a freddo tipo “Macro Seal” (MTF), mano di attacco per usure drenanti (MAD), mano di attacco per microtappeti (MAMT), mano di attacco per micro-usure (CBMU), mano di attacco tra membrane continue di impermeabilizzazione e pavimentazioni sulle opere d’arte (MAV), mano di attacco per PCP (lastra in cls ad armatura continua) (MAPCP), sigillature (S), giunti a tampone (GT), pavimentazioni di viadotti (CBV), sono riportate nelle tabelle che seguono. Tipologie di modifica diverse saranno valutate prima dell’uso, di volta in volta dal Centro Rilevamento Dati di Fiano Romano (SRC/MCL) della Committente.

TABELLA 4 - BITUME HARD - LEGANTE "C"

Caratteristiche	Unità	Metodo prova	di	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426		50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427		≥ 70
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12693		≤ -12
Viscosità dinamica a160°C, $\dot{\gamma}=100s^{-1}$	Pa*s	UNI EN13702-2		≥ 0.15 - ≤ 0,40
Ritorno elastico a25°C, 50mm/min	%	UNI EN13398		≥ 80
Stabilità allo stoccaggio, 3 gg, a180 Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN13399		≤ 3
Resistenza a fatica, $G*\sin\delta$ , 1.0kPa (0.145 psi), a10 rad/s, 50°C	Kpa	SHRP B-003		≥ 9
Valori dopo RTFOT (*)				
Perdita per riscaldamento(volatilità) a163°C	%	UNI EN 12607-1		≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426		≥ 40
Incremento del Punto di rammollimento	°C 9	UNI EN1427		≤ 5

(\*) Rolling Thin Film Oven Test

TABELLA 5 - BITUME HARD - LEGANTE "D"(\*\*)

Caratteristiche	Unità	Metodo prova	di	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426		50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427		≥ 60
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593		≤ -10
Viscosità dinamica a160°C, $\dot{\gamma}=100s^{-1}$	Pa*s	UNI EN13702-2		≥ 0.05 - ≤ 0,20
Ritorno elastico a25°C, 50mm/min	%	UNI EN13398		≥ 60
Stabilità allo stoccaggio, 3 gg, a180 Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN13399		≤ 3
Valori dopo RTFOT (*)				

Perdita per riscaldamento(volatilità) a163°C	%	UNI 12607-1	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 40
Incremento del Punto di rammollimento	°C 9	UNI EN1427	≤ 10

(\*) Rolling Thin Film Oven Test

(\*\*) Da usare in emulsione con acqua, agenti emulsionanti e flussanti

TABELLA 6 - BITUME HARD - LEGANTE "E"

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	20-40
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≥ 60
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ -10
Viscosità dinamica a160°C, $\dot{\gamma}=100s^{-1}$	Pa*s	UNI EN13702-2	≥ 0,70 - ≤ 2,00
Ritorno elastico a25°C, 50mm/min	%	UNI EN13398	≥ 80
Stabilità allo stoccaggio, 3 gg, a180 Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN13399	≤ 4
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento(volatilità) a163°C	%	UNI 12607-1	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 15
Incremento del Punto di rammollimento	°C 9	UNI EN1427	≤ 10

(\*) Rolling Thin Film Oven Test

I bitumi hard (art. 33.1.4, tab. 4) devono inoltre essere sottoposti a prova ReoDin (Metodologia Prova Interna CS-05) mediante reometro dinamico rotazionale (Dynamic Shear Rheometer).

La metodologia è con sistema piatto-piatto (25mm di diametro e 1 mm di apertura) con controllo di taglio ( $\tau=200Pa$  con frequenza di oscillazione di 1,59 Hz), in controllo di temperatura (da 6°C a 86°C) e step di 0,017 °C/sec. I valori di  $G^*$  (modulo complesso) e  $\delta$  (angolo di fase) devono essere contenuti nei fusi qui riportati

Temperatura (°C)	Fuso $G^*$ (Pa)		Fuso $\delta$ (°)	
5	3000000	7000000	2	10

10	2500000	6000000	6	16
15	1800000	4500000	11	30
20	900000	2800000	19	48
25	330000	1500000	28	61
30	120000	700000	37	66
35	50000	320000	42	68
40	24000	150000	45	69
45	11000	80000	46	70
50	5400	42000	46	70
55	3000	23000	47	71
60	1600	13000	48	72
65	900	8000	50	74
70	500	5000	52	78
75	300	3000	54	83
80	160	1800	58	87
85	100	1200	62	90

### 2.1.5 Emulsioni bituminose cationiche

Le emulsioni bituminose cationiche, definite leganti “F1” e “F2” nella tavola sinottica I° andranno usate di massima per le mani di attacco tradizionali per conglomerati bituminosi normali.

EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE - LEGANTE “F1” e “F2”

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	“ F1 “ a rapida rottura (RR55)	” F2 “ a media rottura (RM55)
Contenuto di acqua	% in peso	CNR n°100 a	≤ 45	≤ 40
Contenuto di legante (bitume + flussante)	% in peso	CNR n°100 b	≥ 55	≥ 60
Contenuto di flussante	% in peso	CNR n°100 c	≤ 2	≤ 6
Contenuto di bitume (residuo di distillazione), min	% in peso	ASTM D244-72	≥ 55	≥ 54
Viscosità Engler a 20°C	°E	IP 212/66	3 / 10	5 / 12
Carica delle particelle		ASTM D244-72	Positiva	Positiva
Penetrazione a 25°C, max	1/10 mm	CNR BU 24	≤ 220	≤ 220
Punto di rammollimento, min	°C	CNR BU 35	≥ 35	≥ 35

### 2.1.6 Attivanti chimici funzionali (A.C.F.)

Detti composti chimici sono da utilizzare come additivi per i conglomerati bituminosi a caldo (CB “Normali”, CBM “Medium” e CBH “Hard” per strati di Base – in zone ad alto traffico), per i Conglomerati Bituminosi riciclati a freddo (CBS e CBRF - in zone ad alto traffico) e per i Conglomerati Drenanti Riciclati (CBDR – impiego indispensabile in ogni caso).

Gli A.C.F. rigenerano le caratteristiche del bitume invecchiato proveniente dalla fresatura di pavimentazioni bituminose (CBR) e rappresentano quei formulati studiati appositamente per migliorare la tecnologia del riciclaggio e/o l'impiego di riciclati in miscele tradizionali.

In particolare gli A.C.F. devono svolgere le seguenti funzioni:

- una energica azione quale attivante di adesione;
- peptizzante e diluente nei confronti del bitume invecchiato ancora legato alle superfici degli elementi lapidei costituenti il conglomerato fresato;
- plastificante ad integrazione delle frazioni malteniche perse dal bitume durante la sua vita ;
- disperdente al fine di ottimizzare l'omogeneizzazione del legante nel conglomerato finale;
- antiossidante in contrapposizione agli effetti ossidativi dovuti ai raggi ultravioletti ed alle condizioni termiche della pavimentazione.

Gli A.C.F. devono avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

Caratteristiche	Valore
Densità a 25/25°C. (ASTM D - 1298)	0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a. (ASTM D - 92)	200 °C
Viscosità dinamica a60°C, $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$ (SNV 671908/74)	0,03 - 0,05 Pa*s
Solubilità in tricloroetilene (ASTM D - 2042)	99,5% in peso
Numero di neutralizzazione (IP 213)	1,5-2,5 mg/KOH/g
Contenuto di acqua (ASTM D - 95)	1% in volume
Contenuto di azoto (ASTM D - 3228)	0,8 - 1,0% in peso

L'accettazione degli A.C.F. è subordinata alle prove condotte dal Laboratorio di Fiano Romano della Società.

La loro presenza è verificata, sul bitume estratto dalle miscele, con il metodo di prova per la ricerca degli attivanti di adesione nei conglomerati bituminosi mediante analisi colorimetrica. Metodo che segue le designazioni fissate dalla normativa ASTM D 2327-68 (Riapprovata nel 74).

### 2.1.7 Dopes di adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi in caso di impiego di inerti di natura acida, di bitumi di base e alcune modifiche soft (in base ai risultati di laboratorio), saranno impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi di adesività).

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative, effettuate presso il Laboratorio di Fiano Romano della Società, avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate. La presenza degli agenti tensioattivi nel legante bituminoso verrà accertata mediante prova Colorimetrica (Metodo che segue le designazioni fissate dalla normativa ASTM D 2327-68-Riapprovata nel 74).

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 0,2% ed il 0,4% in peso riferito al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego devono ottenere il preventivo benessere del Laboratorio di Fiano Romano della Società. L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nel legante bituminoso.

### **2.1.8 Modificanti strutturali (MST)**

Sono quelle sostanze che si aggiungono al legante con funzioni modificanti connesse alle azioni di tipo meccanico, alla solidità e durabilità delle azioni leganti nel tempo, specialmente per i film leganti più impegnativi.

### **2.1.9 Fibre di natura minerale (vetro) e mista (vetro + agglomerante)**

Per conglomerati bituminosi ad elevata % di vuoti (CBD, CBMD, MT, ECD, vedi art. 33.5), l'aggiunta della fibra è obbligatoria. La composizione chimico-fisica delle fibre di vetro è riportata in tabella 1.

A tale proposito si precisa che è preferibile l'impiego di fibre di tipo MISTO in cui la fibra di vetro si presenta pressata ed agglomerata mediante l'impiego di un prodotto addensante (cellulosa o altro); tale trattamento ha lo scopo di evitare la dispersione in aria della fibra di vetro, consentire una dosatura più accurata nell'impasto bituminoso e di aumentare lo spessore delle pellicola di bitume che riveste l'inerte.

L'impiego di fibre di tipo MISTO o solo MINERALE richiede sempre, per il confezionamento in impianto delle miscele, opportuni macchinari in grado di dosare, disgregare e disperdere finemente le fibre nel conglomerato.

Ciascuna tipologia di fibra dovrà essere sottoposta alla preventiva approvazione del Laboratorio Centrale per la verifica di idoneità, che sarà volta a verificare l'effettivo miglioramento delle caratteristiche meccaniche delle miscele in cui vanno impiegate.

Nel caso di fibre di tipo MISTO la percentuale minima di fibra di vetro deve essere superiore al 70%.

Composizione Chimica  
Vetro "E" (Filato di vetro)

	%	tolleranze
SiO <sub>2</sub>	54	± 0,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,4	± 0,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,25	± 0,15
TiO <sub>2</sub>	0,25	± 0,15
CaO	22,1	± 0,4
MgO	0,6	± 0,1
SrO	0,15	± 0,1
Na <sub>2</sub> O	0,51	± 0,15
K <sub>2</sub> O	0,38	± 0,15
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,8	± 0,4

	%	tolleranze
SO3	0,035	± 0,005

Caratteristiche geometrico-meccaniche	Unità	Valore
Lunghezza media bavella	micron	200/300
Diametro medio fibra	micron	7/15
Superficie specifica fibra	cm <sup>2</sup> /g	2700
Resistenza alla trazione	GPa	1,5 a 2,5
Allungamento massimo	%	1,5 a 2,5
Resistenza alla temperatura	°C	≥ 550

## 2.2 Conglomerati bituminosi a caldo

Nella tavola sinottica di sintesi sono riportate le composizioni indicative dei formulati riferiti alle miscele di tipo normale e di tipo speciale di conglomerati bituminosi confezionati a caldo in impianto. I conglomerati bituminosi normali sono quelli confezionati con bitume di base; per quelli speciali sono previsti due tipi di legante, uno a modifica “Medium” l’altro a modifica “Hard”. Esistono anche altri tipi di conglomerato non riportati nella tavola che segue per impieghi particolari e/o di tipo sperimentale; tutti sono descritti in appositi articoli e dovranno formare le prestazioni richieste.

TAVOLA SINOTTICA

COMPOSIZIONE				
Tipi di Conglomerato	Strati di impiego	Materiali freschi (% di impiego nella miscela)	Materiali fresati (% di impiego nella miscela)	Attivanti Chimici Funzionali [A.C.F.] (% in peso riferita al bitume totale)
CB “Normali”	Base	≥ 75	< 25	3 – 5 (*)
	Collegamento	≥ 85	≤ 15	-----
	Usura	≥ 90	≤ 10	-----
CBM “Medium”	Base	≥ 70	≤ 30	3 – 5 (*)
	Collegamento	≥ 75	≤ 25	-----
	Usura	≥ 80	≤ 20	-----
CBH “Hard”	Base	≥ 80	≤ 20	3 – 5 (*)
	Collegamento	≥ 85	≤ 15	-----
	Usura	≥ 90	≤ 10	-----

(\*) in zone ad alto traffico - vedi art. (33.1.6)

### **2.2.1 Prescrizioni generali**

Per la verifica preliminare di idoneità degli studi di progetto che l'impresa intende adottare per ogni cantiere di produzione, almeno tre mesi prima l'inizio delle lavorazioni, l'impresa ha l'obbligo di fare eseguire a sue spese, presso laboratorio autorizzato, prove di accettazione e di idoneità di tutti gli elementi che compongono le miscele di progetto (aggregati, bitume, additivi ecc.). Gli studi di progetto devono essere presentati in originale e firmati dal responsabile dell'impresa alla D.L. e devono essere corredati da una completa documentazione delle formulazioni effettuate.

Durante i lavori l'impresa esecutrice dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata e definita anche ai fini del pagamento, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato. Presso i Cantieri di produzione deve essere a disposizione della D.L. un registro in cui siano riportati tutti i controlli di qualità operati dall'impresa con i risultati ottenuti.

La D.L. potrà effettuare in contraddittorio, in ogni momento a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera.

Molte delle indicazioni che seguono in questo articolo sono di tipo comportamentale e non eliminano, anche se seguite alla lettera, le responsabilità dell'impresa sui risultati finali del prodotto in opera, che sono o espressamente richiamati nel testo o riportati nell'apposito articolo 31.7; comunque anche le richieste comportamentali, se disattese, possono generare azioni di correzione da parte della Direzione Lavori.

La non rispondenza dei requisiti meccanici Rt, CTI (art. 33.3.7.3.2) e di quelli Volumetrici (art. 33.3.7.3.1) (questi ultimi calcolati con la % di legante di estrazione o, in mancanza, con la % di legante della miscela di progetto, rimanendo però nei range stabiliti all'art. 33.3.7.1) comporta, dopo eventuale ulteriore verifica, la sospensione dei lavori sino alla risoluzione delle anomalie rilevate e/o l'applicazione delle penali previste all'art. 33.7

Variazioni percentuali nella composizione granulometrica, rispetto alla curva di progetto proposta, di  $\pm 5\%$  per l'aggregato grosso e/o  $\pm 3\%$  per il contenuto di sabbia CNR B.U. n° 95 del 31.01.1984 (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm, e/o di  $\pm 1,5$  per il passante al setaccio UNI 0,075) e/o scostamenti percentuali del contenuto di bitume progettuale superiori a  $\pm 0,25$ , e/o variazioni della miscela degli inerti, qualora determinano nella miscela finale sia scompensi volumetrici che prestazionali, comportano l'applicazione di penali come al successivo Art. 33.7.

Per quanto riguarda il contenuto del bitume, la tolleranza percentuale sopraindicata ( $\pm 0,25$ ) che tiene normalmente conto della "incertezza di misura" collegata all'esecuzione della prova di estrazione, viene aumentata di un'ulteriore quantità (pari a 0,25) per tenere conto delle perdite di legante che si verificano nei passaggi intermedi prima dell'esecuzione della prova.

L'idoneità finale delle miscele superficiali sono condizionate dall'analisi eseguite mediante test accelerati di resistenza all'attrito radente di tipo "Abrasimetro Rotazionale" od altro sistema ad insindacabile scelta della D.L..

### **2.2.1.1 Materiali fresati**

Per ogni lavorazione, le percentuali in peso di materiale fresato definito di “integrazione” riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti riportati nella tavola sinottica dell’art. 33.2

Per conglomerato bituminoso preesistente fresato, denominato “materiale da integrazione” deve intendersi quello proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerati demoliti con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo).

Il conglomerato di recupero deve essere preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN13108-8.

Per l’ottimizzazione della curva granulometrica del fresato e del legante presente e per consentire lavorazioni uniformi, nel caso di utilizzo di materiali provenienti da fresature diverse sia per provenienza che per natura, potrebbe essere necessaria, prima del suo impiego, una ulteriore granulazione; occorre tener presente che tale operazione determina un ulteriore aumento delle parti fini nel materiale.

Il restante materiale deve essere costituito da inerti freschi con i requisiti di accettazione previsti per i conglomerati di cui art. 33.2.

Si deve usare materiale fresato di qualsiasi provenienza per impieghi negli strati di base e collegamento; materiali provenienti da strati superficiali (usura, microtappeto, drenante ecc) per lo strato di usura.

Il bitume finale deve essere costituito da quello fresco (MODIFICA "SOFT") e da quello proveniente dal materiale fresato additivato con A.C.F. (art. 33.1.6., tab. 1).

I requisiti richiesti dalle prescrizioni progettuali (art. 33.3.) valgono sia per miscele che prevedono l’impiego di materiale da integrazione che per miscele completamente vergini.

### **2.2.1.2 Penali**

L’applicazione e l’entità delle penali è descritta nell’art. 33.7 delle presenti NTA e riguardano le caratteristiche del prodotto finito quali: durata a fatica, modulo di portanza, aderenza, regolarità, tessitura superficiale ecc.

## **2.3 Conglomerati bituminosi di base, collegamento, usura confezionati con bitume “Normale”, “Medium” e “Hard”**

### **2.3.1 Descrizione**

I conglomerati sono costituiti da una miscela di inerti naturali freschi, riciclati, artificiali, sintetici (argilla espansa, scorie siderurgiche, loppe ecc.) ovvero dalla loro combinazione percentuale, impastati a caldo con bitume, in impianti automatizzati a volte dotati di sistemi di riscaldamento indiretto degli inerti provenienti da fresature di pavimentazioni ammalorate, di tipo continuo (Drum Mixer) o discontinuo (sistema a vagliatura), doppio tamburo ecc.

I cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro, in zone prive di ristagni ed acqua e di sostanze argillose.

Il conglomerato per i vari strati (base, collegamento, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con idonei rulli.

### **2.3.2 Bitume**

Si richiamano espressamente le norme di cui all'art. 33.1.

### **2.3.3 Aggregati**

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

Gli aggregati devono essere costituiti da elementi interi, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043. Gli elementi litoidi non devono mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela di inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e degli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme UNI EN 13043, con la possibilità di impiegare inerti di diversa natura.

Nelle miscele potranno essere utilizzati, previa approvazione della D.L., inerti di I categoria.

Viene considerato inerte di I categoria un materiale omogeneo, la cui frazione grossa, ha un valore di levigabilità (norma UNI EN 1097-8) VL (denominato CLA dalla precedente norma CNR140/92)  $\geq 45$ , una resistenza alla frantumazione (norma UNI EN 1097-2) L.A.  $< 18$  e coefficienti di forma (norma UNI EN 933-4) ed appiattimento (norma UNI EN 933-3) rispettivamente  $SI < 10$  e  $FI < 10$ .

L'aggregato grosso e fine deve essere costituito da inerti che potranno essere di provenienza o natura petrografia diversa, purchè alle prove di seguito elencate eseguite sui campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, dia i risultati richiesti.

I cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro, in zone prive di ristagni ed acqua e di sostanze argillose.

Prima dell'inizio delle lavorazioni l'impresa deve avere stoccato una quantità di materiale necessaria ad assicurare almeno due settimane di lavorazione (considerando 80% della potenzialità produttiva dell'impianto).

### **2.3.4 Attivanti chimici di adesione**

Vedi art. 33.1.7.

### **2.3.5 Posa in opera**

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica al 55% in peso (art. 33.1.5.) per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia di circa 1 metro di larghezza, normalmente interessate dalle ruote dei veicoli pesanti, adiacenti alle strisce di segnaletica orizzontale che la delimitano.

Per garantire la perfetta continuità tra gli strati sovrapposti della pavimentazione deve essere previsto l'impiego di una emulsione bituminosa cationica al 55% uniformemente distribuita, anche sui bordi verticali, in una quantità variabile tra 0,5 e 1,0 kg/m<sup>2</sup> in funzione dello stato superficiale della pavimentazione, salvo in quei casi in cui è prevista una diversa mano di attacco sempre dei tipi riportati all'art. 33.1.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'impianto (in fase di confezionamento) deve essere indicativamente non superiore a 180° C in rapporto al tipo di bitume impiegato (è comunque raccomandabile operare alle condizioni indicate dal produttore del bitume); la temperatura del conglomerato all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli gommati di idoneo peso (almeno 30 kN gomma) e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. La finitura del conglomerato dovrà essere realizzata con l' utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 140 kN, così come per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base a discrezione della D.L. potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

Gli strati eventualmente compromessi (che presentano ad esempio: anomalie di stesa o di compattazione, perdite di materiale, giunti longitudinali o giunti trasversali di ripresa mal eseguiti, aperti o sgranati) devono essere rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'Impresa; il verificarsi di tali eventi comporterà comunque l'applicazione di penali come previsto al successivo Art. 33.7

Al termine della compattazione gli strati di base, collegamento e usura devono avere una percentuale assoluta dei vuoti non superiore all' 8%, valutata con i dati del giorno (densità massima della miscela - Gmm), o in mancanza dei dati di controllo di cantiere o nei casi controversi, con il valore di progetto. In caso di contestazione la percentuale dei vuoti verrà determinata secondo la UNI EN 12697-8).

I dati di densità in sito possono essere assunti come prestazionali in carenza di altre misure di portanza.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; deve essere tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art. 33.7

Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla D.L. la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato o simili, per garantirne l'ancoraggio deve essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi deve essere eventualmente interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa non inferiore a 0,5 Kg/m<sup>2</sup>.

### **2.3.6 Prescrizioni progettuali**

#### **2.3.6.1 Percentuale di frantumato nella miscela inerti superiore a 2 mm.**

Strato di base : minimo 65% di inerte frantumato.

Strato di collegamento : 100% di inerte frantumato (\*), escluso quello proveniente da eventuali integrazioni.

Strato di usura : 100% di inerte frantumato (\*\*) escluso inerti non naturali.

(\*) Per inerte frantumato si intende un inerte che non abbia nessuna faccia arrotondata.

(\*\*) Considerata l'eterogeneità della natura mineralogica di provenienza (silicea, calcarea, ecc.) dei materiali alluvionali, la percentuale di impiego nelle miscele superficiali sarà definita di volta in volta nelle curve di progetto con la Direzione Lavori.

#### **2.3.6.2 Percentuale di frantumato nella miscela inerti inferiore a 2 mm.**

Strato di base : minimo 60%

Strato di collegamento : minimo 65%

Strato di usura : minimo 80%

Le sabbie di frantumazione devono provenire da sabbie naturali, artificiali o sintetiche.

### 2.3.6.3 Prova Los Angeles

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2) deve essere:

Strato di base : < 25% in peso.

Strato di collegamento : < 25% in peso.

Strato di usura : < 20% in peso.

### 2.3.6.4 Sensibilità al gelo

La sensibilità al gelo eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1367-1), in riferimento alla perdita di massa, deve essere:

Strati di base e di collegamento : < 2%.

Strato di usura : < 1%.

In riferimento alla perdita di resistenza all'abrasione, il valore deve essere:

Strati di base e di collegamento : < 30%.

Strato di usura : < 20%.

### 2.3.6.5 Strati di usura: Valore di levigabilità VL (norma UNI EN 1097-8) e VLmix. (denominati CLA e CLA mix nelle precedenti NTA)

Deve essere misurato il valore di VL per ogni pezzatura utilizzata, comprese le sabbie (roccia di provenienza) ed il fresato (materiale estratto); il valore di VL misurato sulle singole pezzature, escluse le sabbie, deve essere  $\geq 40$ .

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non deve superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di VL  $\leq 40$

Il valore VLmix, degli inerti viene ricavato dagli elementi uguali o superiori a 2 mm per ciascuna pezzatura impiegata.

Calcolo del VLmix,:

- Si misurano le MVA (massa volumetrica apparente) di tutte le pezzature escludendo il passante al 2 mm.
- La somma delle percentuali di impiego, per la costruzione della curva granulometrica di progetto, di ogni singola pezzatura viene riportata a 100%, in quanto mancanti del passante al 2 mm.
- Le nuove percentuali di impiego vengono trasformate in percentuali volumetriche utilizzando le MVA (vedi punto a) e riportate anch'esse a 100%;
- Il valore VLmix viene calcolato dalla somma del prodotto diviso per 100 della percentuale volumetrica di ogni pezzatura (comprese la sabbia) utilizzata per il relativo valore di VL.

### 2.3.6.6 Coefficiente di imbibizione

Il Coefficiente di imbibizione (CNR fascicolo IV/1953) eseguito sulle singole pezzature:

Strato di base e di collegamento : < 0.015.

Strato di usura: da definire in fase di progetto in funzione della natura degli inerti utilizzati.

#### **2.3.6.7 Coefficiente di forma**

I coefficienti di forma “SI” (UNI EN 933-4) e di appiattimento “FI” (UNI EN 933-3) dovranno essere per tutti gli strati minori o uguale al 10%.

#### **2.3.6.8 Equivalente in sabbia**

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature fini, deve essere per tutti gli strati >= 70% (UNI EN 933-8).

#### **2.3.6.9 Spogliamento in acqua**

Per lo strato di usura lo spogliamento in acqua a 40 °C (con dopes di adesione) deve essere 0% (CNR 138/92). In casi particolari, cioè in presenza di inerti ad elevata acidità, la Committente si riserva sistemi di indagine più approfonditi.

#### **2.3.6.10 Additivi**

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti, rocce sintetiche o artificiali, devono soddisfare i seguenti requisiti:

- Il potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5 il  $\Delta PA$  deve essere > 5°C (UNI EN 13179-1).
- alla prova granulometrica i passanti in peso devono soddisfare i seguenti limiti minimi:
  - Setaccio UNI 0,40 - Passante in peso per via umida 100%
  - Setaccio UNI 0,18 - Passante in peso per via umida 90%
  - Setaccio UNI 0,075 - Passante in peso per via umida 80%.
  - Della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio 0,075 mm più del 50% deve passare allo stesso setaccio anche a secco
- L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (norma UNI CEN ISO/TS 17982-12).

#### **2.3.6.11 Argilla espansa – Resistenza allo schiacciamento**

Argilla espansa di tipo resistente, pezzatura 3/11: > 2,7 MPa (UNI EN 13055-2).

### **2.3.7 Miscela**

Le miscele dei conglomerati devono avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sotto indicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto).

Serie e setacci UNI EN 933-1	Passante totale % in peso			
	STRATO DI BASE	STRATO DI COLLEGAMENTO	STRATO DI USURA TIPO "A"	STRATO DI USURA TIPO "B"
31,5	100	100	100	100
20	73 – 94	85 - 98	100	100
14	51 – 76	70 - 87	94 - 100	100
10	40 – 64	58 - 78	77 - 94	81 - 94
6.3	31 – 55	46 - 66	57 - 76	57 - 76
2	19 – 38	25 - 38	25 - 38	25 - 38
0,5	8 – 21	11 - 21	12 - 22	12 - 22
0,25	5 – 16	7 - 17	9 - 17	9 - 17
0,063	4 – 8	4 - 8	6 - 10	6 - 10

Fuso A - usure da 4 - 6 cm

Fuso B - usure da 3 cm

### 2.3.7.1 *Quantità di bitume*

La percentuale di bitume in peso riferita al peso degli aggregati deve essere compresa nei seguenti intervalli, a seconda del tipo di legante usato:

Strato di Base normale : 4% - 5,5% del tipo descritto nell'art. 33.1.1., tab. 1

Strato di Base Medium : 4% - 5,5% del tipo descritto nell'art. 33.1.3., tab. 3.

Strato di Base Hard : 4% - 5,5% del tipo descritto nell'art. 33.1.4., tab. 4.

Strato di Collegamento normale : 4,5% - 6,0% del tipo descritto nell'art. 33.1.1., tab. 1

Strato di Collegamento Medium : 4,5% - 6,0% del tipo descritto nell'art. 33.1.3., tab. 3.

Strato di Collegamento Hard : 4,5% - 6,0% del tipo descritto nell'art. 33.1.4., tab. 4.

Strato di Usura normale : 5,0% - 6,5% del tipo descritto nell'art. 33.1.1., tab. 1

Strato di Usura Medium : 5,0% - 6,5% del tipo descritto nell'art. 33.1.3., tab. 3.

Strato di Usura Hard : 5,0% - 6,5% del tipo descritto nell'art. 33.1.4., tab. 4.

### 2.3.7.2 *Prove volumetriche e meccaniche*

I conglomerati bituminosi devono possedere elevata resistenza meccanica elastoviscoplastica, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli ed elevatissima resistenza a fatica, intesa come capacità di sopportare il numero più alto possibile di ripetizioni di carico senza fessurarsi o disgregarsi.

La miscela di Progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (UNI EN 12697-31/2004).

Gli impianti di confezionamento dovranno dotarsi della apparecchiatura suddetta a sostituzione di quella Marshall.

#### Pressa giratoria – Condizioni di prova

Angolo di rotazione	: 1.25° ± 0.02°
Velocità di rotazione	: 30 rotazioni al minuto
Pressione verticale ,KPa	: 600
Dimensioni provino, mm	: 150 per strato di base
Dimensioni provino, mm	: 100 per strato di collegamento ed usura

#### **2.3.7.3 Requisiti di idoneità**

##### Pressa giratoria - Vuoti

BASE NORMALE	BASE MEDIUM	BASE HARD
a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15
a 100 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5 (*)	a 110 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5 (*)	a 120 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5 (*)
a 180 rotazioni: % vuoti ≥ 2	a 180 rotazioni: % vuoti ≥ 2	a 200 rotazioni: % vuoti ≥ 2
COLLEGAMENTO NORMALE	COLLEGAMENTO MEDIUM	COLLEGAMENTO HARD
a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15
a 100 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5 (*)	a 110 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5 (*)	a 120 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5 (*)
a 180 rotazioni: % vuoti ≥ 2	a 190 rotazioni: % vuoti ≥ 2	a 200 rotazioni: % vuoti ≥ 2
USURA NORMALE	USURA MEDIUM	USURA HARD
a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15
a 130 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5 (*)	a 140 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5 (*)	a 150 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5 (*)
a 220 rotazioni: % vuoti ≥ 2	a 230 rotazioni: % vuoti ≥ 2	a 240 rotazioni: % vuoti ≥ 2

#### Resistenza a trazione indiretta

I provini derivanti dalla miscela ottimale (Dg) compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25°C (UNI EN 12697-23).

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Inerti	BASE NORMALE		BASE MEDIUM/HARD	
	Rt N/mm <sup>2</sup>	CTI N/mm <sup>2</sup>	Rt N/mm <sup>2</sup>	CTI N/mm <sup>2</sup>
Vergini	0,50 - 0,80	≥ 40	0,90 - 1,55	≥ 80

Inerti	BASE NORMALE		BASE MEDIUM/HARD	
	Rt N/mm <sup>2</sup>	CTI N/mm <sup>2</sup>	Rt N/mm <sup>2</sup>	CTI N/mm <sup>2</sup>
Vergini+ fresato	0,75 - 1,35	≥ 70	0,95 - 1,55	≥ 80
	COLLEGAMENTO NORMALE		COLLEGAMENTO MEDIUM/HARD	
Vergini	0,50 - 0,80	≥ 40	0,90 - 1,55	≥ 80
Vergini+ fresato	0,75 - 1,35	≥ 70	0,95 - 1,55	≥ 80
	USURA NORMALE		USURA MEDIUM/HARD	
Vergini	0,60 - 0,90	≥ 45	0,90 - 1,55	≥ 80
Vergini+ fresato	0,75 - 1,35	≥ 70	0,95 - 1,55	≥ 80

### Prova Marshall

I provini devono essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e costipato, senza alcun ulteriore riscaldamento, alla temperatura prescritta dalla norma UNI EN 12697-34/2004.

Alla stesa deve essere rilevata la temperatura di compattazione della miscela e se questa dovesse risultare inferiore ad una temperatura minima (correlata alla tipologia di bitume utilizzata) la Direzione Lavori, in presenza dell'Appaltatore, deve impedire l'impiego di tale materiale sulla tratta già posta in opera nelle stesse condizioni sopra menzionate. Devono inoltre essere eseguite prove atte al rilevamento del grado di addensamento raggiunto dalla pavimentazione.

Per l'applicazione delle penali si rimanda a quanto prescritto dall'art. 33.7.

I valori della stabilità Marshall (UNI EN 12697-34/2004), eseguita a 60 °C su provini costipati alla temperatura prescritta dalla Norma UNI EN 12697-34/2004 con 75 colpi di maglio per faccia, il Modulo di Rigidezza Marshall, e la percentuale dei Vuoti in volume (UNI EN 12697-8/2003) dovranno risultare:

	BASE NORMALE	BASE MEDIUM	BASE HARD
Stabilità Marshall (daN)	≥ 900	≥ 1100	≥ 1100
Modulo di Rigidezza (daN/mm)	≥ 250	300 - 500	300 - 500
Vuoti residui in volume (%)	3 - 5	3 - 5	3 - 5

COLLEGAMENTO	COLLEGAMENTO	COLLEGAMENTO
--------------	--------------	--------------

	NORMALE	MEDIUM	HARD
Stabilità Marshall (daN)	≥ 1000	≥ 1100	≥ 1100
Modulo di Rigidezza (daN/mm)	≥ 250	300 - 500	300 - 500
Vuoti residui in volume (%)	3 - 5	3 - 5	3 - 5

	USURA NORMALE	USURA MEDIUM	USURA HARD
Stabilità Marshall (daN)	≥ 1100	≥ 1200	≥ 1200
Modulo di Rigidezza (daN/mm)	≥ 250	300 - 500	300 - 500
Vuoti residui in volume (%)	3 - 5	3 - 5	3 - 5

### Resistenza a trazione indiretta

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante il sistema Marshall devono essere sottoposti a prova di rottura diametrica alle temperature di 10, 25 e 40 °C (UNI EN 12697-23/2006). I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

T °C	BASE NORMALE		BASE MEDIUM		BASE HARD	
	Rt N/mm <sup>2</sup>	CTI N/mm <sup>2</sup>	Rt N/mm <sup>2</sup>	CTI N/mm <sup>2</sup>	Rt N/mm <sup>2</sup>	CTI N/mm <sup>2</sup>
10	1,30 - 2,20	≥ 140	1,40 - 2,30	≥ 160	1,50 - 2,40	≥ 160
25	0,40 - 1,10	≥ 60	0,50 - 1,20	≥ 70	0,60 - 1,30	≥ 80
40	0,20 - 0,60	≥ 35	0,20 - 0,70	≥ 35	0,30 - 0,80	≥ 40
	COLLEGAMENTO NORMALE		COLLEGAMENTO MEDIUM		COLLEGAMENTO HARD	
	Rt N/mm <sup>2</sup>	CTI N/mm <sup>2</sup>	Rt N/mm <sup>2</sup>	CTI N/mm <sup>2</sup>	Rt N/mm <sup>2</sup>	CTI N/mm <sup>2</sup>
10	1,40 - 2,30	≥ 150	1,50 - 2,40	≥ 160	1,60 - 2,50	≥ 160
25	0,50 - 1,10	≥ 70	0,60 - 1,20	≥ 80	0,70 - 1,30	≥ 80
40	0,25 - 0,70	≥ 40	0,25 - 0,80	≥ 45	0,30 - 0,90	≥ 45
	USURA NORMALE		USURA MEDIUM		USURA HARD	
	Rt N/mm <sup>2</sup>	CTI N/mm <sup>2</sup>	Rt N/mm <sup>2</sup>	CTI N/mm <sup>2</sup>	Rt N/mm <sup>2</sup>	CTI N/mm <sup>2</sup>
10	1,50 - 2,70	≥ 160	1,50 - 2,80	≥ 160	1,60 - 2,90	≥ 160
25	0,70 - 1,20	≥ 80	0,70 - 1,30	≥ 80	0,80 - 1,40	≥ 80
40	0,30 - 0,8	≥ 45	0,30 - 0,90	≥ 50	0,40 - 1,00	≥ 50

### Modulo complesso (E)

Sulla miscela definita, a tre temperature 0 °C, 10 °C e 20 °C ed alle frequenze di 10, 15 e 30 Hz, con idonei sistemi dinamici, deve essere misurato il modulo complesso E\* in Mpa del conglomerato (UNI EN 12697-26).

La determinazione dei moduli complessi avrà la funzione di fornire elementi numerici al progettista dell'intervento, ed un riferimento al controllo non distruttivo in sito.

Controllo dei requisiti di accettazione dei conglomerati bituminosi confezionati con legante di tipo "Normale", "Medium" e "Hard"

Per ciò che concerne la posa in opera delle miscele, delle caratteristiche superficiali della pavimentazione, di portanza per l'applicazione delle penalità vale quanto prescritto nell'art. 33.7

### **2.3.8 Miscela di usura con impiego di argilla espansa**

Le miscele di usura confezionate con inerti di argilla espansa, conferiscono alla superficie stradale incrementi di caratteristiche di aderenza rispetto alle miscele con soli inerti naturali, ed una certa media fono-assorbenza.

#### **2.3.8.1 Aggregati**

Valgono le stesse prescrizioni indicate all'art. 33.2.1. e per i conglomerati tradizionali con l'aggiunta dei seguenti requisiti per le argille:

- argilla espansa di tipo "resistente" pezzatura: 3/11 mm;
- resistenza del granulo allo schiacciamento  $> \square 2,7$  MPa (UNI EN 13055-2).;
- valore di levigabilità VL. (UNI EN 1097-8)  $\geq 65$ .

L'argilla espansa, in cantiere, deve essere convenientemente protetta dalla pioggia con teli di plastica o ammannita al coperto.

#### **2.3.8.2 Confezione delle miscele**

La miscela degli aggregati deve avere una composizione granulometrica compresa nel seguente fuso:

UNI 933-1	EN	Passante totale in peso %
Setaccio 14		100
"	10	82-93
"		57-77
6,3		
"	4	39-59
"	2	25-38
"	0,5	12-22
"		7-13
0,125		
"		6-10

0,063	
-------	--

Il tenore di bitume, di tipo Normale, Medium o Hard, (Art. 33.1) del tipo “A” riferito al peso totale degli aggregati deve essere compreso tra il 5,5% ed il 7,0%; la percentuale di argilla espansa deve essere compresa tra il 10% ed il 15% in peso.

Dalla granulometria eseguita sulla pezzatura 3/11mm. la percentuale di trattenuto al setaccio UNI da 8 mm deve essere inferiore od uguale al 10% in peso; inoltre la percentuale di passante al setaccio UNI con apertura 2 mm deve essere inferiore od uguale al 10% in peso.

L'utilizzazione di percentuali maggiori o minori di argilla espansa, con diverse caratteristiche meccaniche, di composizione e/o granulometriche per impieghi non specificati dalle presenti N.T.A., devono essere definite di volta in volta in fase di studio e di progetto con la D.L.

### **2.3.8.3 Requisiti di accettazione**

Il conglomerato così composto deve rispondere agli stessi requisiti richiesti per le miscele di Usura senza argilla (Art.33.2), confezionate con bitume di tipo Normale, Medium o Hard, (Art. 33.1).

### **2.3.8.4 Posa in opera delle miscele**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (art. 33.3.5).

Inoltre la capacità fonoassorbente deve essere, in termini di assorbimento  $\alpha$ , pari almeno a 0,2 alle frequenze di campionamento di 600 Hz e 0,3 alle frequenze di campionamento di 800 e 1000 Hz. Le misure andranno effettuate con apparecchiatura RI.MA. o similari.

## **2.4 Conglomerato bituminoso ad elevata percentuale di vuoti (drenante-fonoassorbente)**

Sono i conglomerati bituminosi speciali, denominati C.D.F. (Conglomerati Drenanti Fonoassorbenti), caratterizzati da elevata percentuale di vuoti intercomunicanti, che assicurano un passaggio facilitato alle acque di pioggia ed un fonoassorbimento per risonanza delle onde sonore generate sulla strada, selettivo delle frequenze a seconda delle dimensioni volumetriche delle cavità presenti. Se usati sulla superficie della pavimentazione, influiscono sull'intensità del rumore emesso dal rotolamento dei pneumatici, oltre all'assorbimento dello stesso, come detto in precedenza. Sono anche usati per la funzione di trattenimento, temporaneo o permanente, delle sostanze inquinanti, polveri o particolati, emessi dai veicoli e trascinati dalle acque di pioggia. Di norma vengono realizzati con materiali vergini, naturali o sintetici, salvo specifica indicazione.

### **2.4.1 Prescrizioni generali**

Vedi articolo 33.2.1

#### **2.4.1.1 Penali**

L'applicazione e l'entità delle penali è descritta nell'art. 33.7 delle presenti NTA riguardano le caratteristiche del prodotto finito misurate con mezzi ad alto rendimento, aderenza,

regolarità, tessitura superficiale, capacità drenante, emissione sonora (sperimentale), fonoassorbenza e prove volumetriche.

## 2.4.2 *Miscele di: Usura drenante, Usura drenante strutturale*

### 2.4.2.1 *Descrizione*

I conglomerati sono costituiti da una miscela di inerti naturali freschi, artificiali, sintetici (argilla espansa, scorie, loppe ecc.), in diverse combinazioni percentuali, impastati a caldo con bitume tipo “Hard”, in impianti automatizzati, di tipo continuo (Drum Mixer) o discontinuo (sistema a vagliatura) ecc.. I conglomerati sono posti in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato a caldo. Caratteristiche prestazionali dei porosi: le miscele drenanti si suddividono nei seguenti tipi in base al loro comportamento relativamente al rumore ed allo smaltimento delle acque meteoriche.

Miscele	Tipologia	Spessori (cm)	Drenabilità	
	Monostrato Bistrato		Alta	Bassa
Usura Drenante	X	4-5	X	
Usura Drenante strutturale	X	4-5	X	

### 2.4.2.2 *Bitume*

Si richiamano espressamente le norme di cui all'art. 33.1.4. e tab. 4.

### 2.4.2.3 *Attivanti chimici di adesione*

Vedi art. 33.1.7.

### 2.4.2.4 *Materiali inerti*

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

Gli aggregati devono essere costituiti da elementi interi, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043. Gli elementi litoidi non devono mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela di inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e degli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme UNI EN 13043, con la possibilità di impiegare inerti di diversa natura.

Nelle miscele potranno essere utilizzati, previa approvazione della D.L., inerti di I categoria.

Viene considerato inerte di I categoria un materiale omogeneo, la cui frazione grossa, ha un valore di levigabilità (norma UNI 1097-8) VL (denominato CLA dalla precedente norma CNR140/92)  $\geq 45$ , una resistenza alla frantumazione (norma UNI EN 1097-2) L.A.  $< 18$  e

coefficienti di forma (norma UNI EN 933-4) ed appiattimento (norma UNI EN 933-3) rispettivamente  $SI < 10$  e  $FI < 10$ .

L'aggregato grosso e fine deve essere costituito da inerti che potranno essere di provenienza o natura petrografia diversa, purchè alle prove di seguito elencate eseguite sui campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, dia i risultati richiesti.

I cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro, in zone prive di ristagni ed acqua e di sostanze argillose.

#### **2.4.2.5 Posa in opera**

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibro-finitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibro-finitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti trasversali e longitudinali, questi ultimi preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Per garantire la perfetta continuità e la impermeabilizzazione del piano di posa delle miscele, deve essere previsto l'impiego di una quantità variabile tra 0,8 kg/m<sup>2</sup> e 1,5 kg/m<sup>2</sup> di mano di attacco costituita da bitume di tipo "Hard" (art. 33.1.4. e tab. 4).

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti, veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'impianto (in fase di confezionamento) deve essere indicativamente non superiore a 180° C in rapporto al tipo di bitume impiegato (è comunque raccomandabile operare alle condizioni indicate dal produttore del bitume); la temperatura del conglomerato all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura della superficie stradale (misurata in una zona vicina ma non interessata dai lavori) sia inferiore a 10° C

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli metallici con massa non superiore a 140 kN e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il

raggiungimento delle massime densità ottenibili. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 100 kN per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.

Gli strati eventualmente compromessi (che presentano ad esempio: anomalie di stesa o di compattazione, perdite di materiale, giunti longitudinali o giunti trasversali di ripresa mal eseguiti, aperti o sgranati) devono essere rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'Impresa; il verificarsi di tali eventi comporterà comunque l'applicazione di penali come previsto al successivo Art. 33.7

Al termine della compattazione lo strato deve avere una percentuale assoluta dei vuoti compresa tra il 20% e 25% valutata con i dati del giorno ((densità massima della miscela - Gmm), o in mancanza dei dati di controllo di cantiere o nei casi controversi, con il valore di progetto. In caso di contestazione la percentuale dei vuoti verrà determinata secondo la UNI EN 12697-8).

o in mancanza dei dati di controllo di cantiere o nei casi controversi, con il valore di progetto.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art. 33.7

### **2.4.3 Prescrizioni progettuali**

#### **2.4.3.1 Percentuale di frantumato nella miscela inerti superiori a 2 mm.**

Per le miscele : 100% di inerte frantumato (\*).

(\*) Per inerte frantumato si intende un inerte che non abbia nessuna faccia arrotondata.

Considerata l'eterogeneità della natura mineralogica di provenienza (silicea, calcarea, ecc.) dei materiali alluvionali, la percentuale di impiego nelle miscele superficiali sarà concordata di volta in volta con la Direzione Lavori

#### **2.4.3.2 Percentuale di frantumato nella miscela inerti inferiori a 2 mm.**

Per le miscele : 100% di inerte frantumato (\*).

(\*) Per inerte frantumato si intende un inerte che non abbia nessuna faccia arrotondata.

#### **2.4.3.3 Prova Los Angeles**

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2) deve essere  $\leq 18\%$  in peso.

#### **2.4.3.4 Sensibilità al gelo**

La sensibilità al gelo eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1367-1), in riferimento alla perdita di massa, deve essere  $< 1\%$ .

In riferimento alla perdita di resistenza all'abrasione, il valore deve essere  $< 20\%$ .

#### **2.4.3.5 Valore di levigabilità VL (norma UNI EN 1097-8) e VLmix**

Il valore di VL, misurato per ogni pezzatura utilizzata (UNI EN 1097-8), con esclusione delle sabbie, deve risultare  $\geq 40$  (prescrizione minima sul materiale).

Il valore del VL medio di riferimento, denominato VLmix, calcolato come di seguito specificato, della miscela inerti  $\geq 5$  mm deve essere  $\geq 46$  (prestazione sulla miscela degli inerti)

Il valore VLmix degli inerti viene ricavato dagli elementi uguali o superiori a 5 mm per ciascuna pezzatura impiegata ad esclusione delle sabbie.

Calcolo del valore VLmix :

- a) Si misurano le MVA (massa volumica apparente) di tutte le pezzature, ad esclusione delle sabbie.
- b) La somma delle percentuali di impiego, per la costruzione della curva granulometrica di progetto, di ogni singola pezzatura viene riportata a 100%, in quanto mancanti del passante al 5 mm.
- c) Le nuove percentuali di impiego vengono trasformate in percentuali volumetriche utilizzando le MVA (vedi punto a) e riportate anch'esse a 100%;
- d) Il valore VLmix viene calcolato dalla somma del prodotto diviso per 100 della percentuale volumetrica di ogni pezzatura (comprese la sabbia) utilizzata per il relativo valore di VL.

#### **2.4.3.6 Coefficiente di imbibizione**

Il Coefficiente di imbibizione (CNR fascicolo IV/1953) eseguito sulle singole pezzature deve essere  $\leq 0,015\%$  in peso.

#### **2.4.3.7 Coefficiente di forma**

I coefficienti di forma "SI" (UNI EN 933-4) e di appiattimento "FI" (UNI EN 933-3) dovranno essere per tutti gli strati minori o uguale al 10%.

#### **2.4.3.8 Equivalente in sabbia**

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature fini, deve essere per tutti gli strati  $> \square \square 70\%$  (UNI EN 933-8).

#### **2.4.3.9 Spogliamento in acqua**

Per lo strato di usura lo spogliamento in acqua a 40 °C (con eventuale dopes di adesione) deve essere 0% (CNR 138/92). In casi particolari, cioè in presenza di inerti ad elevata acidità, la D.L. si riserva sistemi di indagine più approfonditi.

#### **2.4.3.10 Additivi**

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti, rocce sintetiche o artificiali, devono soddisfare i seguenti requisiti:

- Il potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5 il  $\Delta PA$  deve essere  $> 5^{\circ}C$  (UNI EN 13179-1).
- alla prova granulometrica i passanti in peso devono soddisfare i seguenti limiti minimi:
  - Setaccio UNI 0,40 - Passante in peso per via umida 100%
  - Setaccio UNI 0,18 - Passante in peso per via umida 90%
  - Setaccio UNI 0,075 - Passante in peso per via umida 80%.
  - Della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio 0,075 mm più del 50% deve passare allo stesso setaccio anche a secco
- L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (UNI CEN ISO/TS 17982-12).

#### **2.4.3.11 Argilla espansa – Resistenza del granulo allo schiacciamento (UNI EN 13055-2)**

usura drenante : argilla espansa strutturale pezzatura 7/15  $> 3,5$  MPa

usura drenante strutturale : argilla espansa strutturale pezzatura 7/15  $> 3,5$  MPa

#### **2.4.4 Miscela**

Le miscele devono avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto).

Serie setacci UNI EN 933-1	Drenante	Drenante strutturale
20	100	100
14	88 - 100	85 - 94
10	37 - 60	38 - 53
6,3	5 - 19	13 - 26
2	4 - 10	8 - 15
0,5	4 - 8	6 - 12
0,25	4 - 8	6 - 10
0,063	4 - 8	4 - 8
Spessore (cm)	4-5	4-5

#### **2.4.4.1 Bitume**

La percentuale di bitume in peso riferita al peso degli aggregati, del tipo descritto nell'art. 33.1.4., tab. 4, deve essere compresa nei seguenti intervalli:

Strato di Drenante- Drenante strutturale : 5,0% - 6,0%.

Nel caso di impiego di inerti particolarmente porosi la percentuale massima di bitume può essere incrementata.

#### **2.4.4.2 Fibre (minerali o miste)**

Mediante idonee apparecchiature la miscela deve essere additivata con fibre di natura minerale (vetro) o miste (vetro + agglomerante) in percentuale compresa tra 0,3% e 0,5% in peso di fibra riferito agli inerti (Art. 33.1.8.1.).

#### **2.4.4.3 Requisiti di idoneità**

##### Prove volumetriche e meccaniche

La miscela di Progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (UNI EN 12697-31/2004).

Gli impianti di confezionamento dovranno dotarsi gradatamente della apparecchiatura suddetta a sostituzione di quella Marshall. Per tutte le miscele la Massa Volumica Apparente (peso di volume) viene misurata geometricamente.

##### Pressa giratoria

##### CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione	: $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$
Velocità di rotazione	: 30 rotazioni al minuto
Pressione verticale ,KPa	: 600
Dimensioni provino, mm	: 100

DRENANTE	DRENANTE STRUTTURALE
10 rotaz: % vuoti $\geq 28$	10 rotaz: % vuoti $\geq 25$
50 rotaz: % vuoti $\geq 23$ (*)	50 rotaz: % vuoti $\geq 20$ (*)
130 rotaz: % vuoti $\geq 20$	130 rotaz: % vuoti $\geq 18$

##### Resistenza a trazione indiretta

I provini derivanti dalla miscela ottimale, compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria", devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (UNI EN 12697-23/2006):

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Miscela	Rt N/mm <sup>2</sup>	CTI N/mm <sup>2</sup>
Drenante	0,38 - 0,56	> 20
Drenante strutturale	0,40 – 0,60	> 22

### Prova Marshall

I provini devono essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e costipato senza alcun ulteriore riscaldamento alla temperatura prescritta della norma UNI EN 12697-34/2004.

Alla stesa deve essere rilevata la temperatura di compattazione della miscela e se questa dovesse risultare inferiore a quanto previsto dalle NTA, sulla tratta interessata, devono essere eseguite prove atte al rilevamento del grado di addensamento raggiunto dalla pavimentazione.

Per l'applicazione delle penali si rimanda a quanto prescritto dall'art. 33.7.

I valore della stabilità Marshall (UNI EN 12697-34/2004) eseguita a 60° C su provini costipati alla temperatura prescritta dalla Norma UNI EN 12697-34/2004 con 50 colpi di maglio per faccia, il Modulo di Rigidezza Marshall e la percentuale dei vuoti in volume (UNI EN 12697-8/2003) deve risultare:

	Drenante, e Drenante Strutturale
Stabilità Marshall daN	≥ 400
Modulo di Rigidezza daN/mm	≥ 150
Vuoti residui in volume %	≥ 23

### Resistenza a trazione indiretta

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante il sistema Marshall devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale (UNI EN 12697-23)) alle temperature di 10, 25 e 40 °C.

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

T °C	Drenante, Drenante strutturale	
	Rt N/mm <sup>2</sup>	CTI N/mm <sup>2</sup>
10	0,70 ÷ 1,00	≥ 70
25	0,25 ÷ 0,40	≥ 30
40	0,1 ÷ 0,2	≥ 15

### Capacità drenante

La capacità drenante media eseguita in sito è misurata con permeabilmetro a colonna d'acqua o con permeabilmetro installato su mezzo ad alto rendimento, entro 14 gg dall'apertura al traffico.

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Miscele	Capacità drenante (litri/min.)
Drenante	$\geq 20 \div 30$
Drenante strutturale	$\geq 15 \div 30$

I valori del permeabilmetro verranno riportati a quelli del misuratore a colonna, in modo da individuare le quantità equivalenti.

### Modalità per la determinazione della capacità drenante su strati superficiali di pavimentazione

Questa procedura descrive le modalità, il campo di applicazione, lo scopo, del sistema di misura della permeabilità di strati superficiali di pavimentazione.

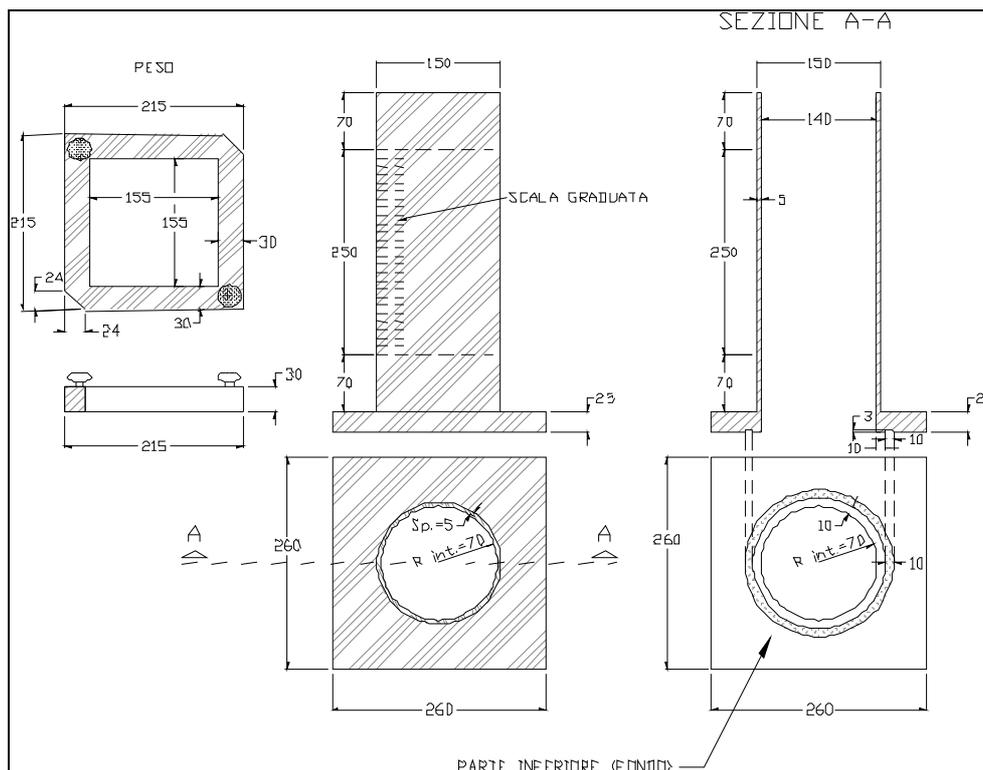
La metodologia consiste nel misurare la capacità di smaltimento d'acqua di una pavimentazione mediante l'utilizzo di un contenitore cilindrico con dimensioni e forma definite, che viene posto sulla pavimentazione in esame e riempito con acqua.

Il tempo necessario per lo svuotamento di un dato volume d'acqua contenuta dal recipiente permette di misurare la permeabilità della pavimentazione.

#### APPARECCHIATURA DI PROVA

Per la esecuzione della prova vengono utilizzate le seguenti attrezzature e strumentazioni di seguito riportate:

- Contenitore cilindrico (permeabilmetro), vedi fig.;
- Mastice o silicone per il fissaggio del permeabilmetro sulla pavimentazione;
- Peso non minore di 5000 g, vedi fig.;



## DESCRIZIONE E MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PROVA

Si pone il permeabilometro vuoto sulla pavimentazione in esame tracciando con un gesso cerato il bordo esterno ed il cerchio interno del permeabilometro che rappresenta l'area di prova.

Tolto il permeabilometro dall'area tracciata, esclusa quella di prova, si spalma accuratamente il silicone, sigillando i fori superficiali della pavimentazione; inoltre sul fondo dello strumento, nella parte solcata intorno al foro cilindrico, va applicato un filo di silicone, facendo attenzione che sia superiore alla profondità del solco di circa 2 mm.

Si pone lo strumento sulla pavimentazione, facendolo coincidere con i segni precedentemente effettuati, per evitare qualsiasi riduzione dell'area di prova; si applica un peso (non minore di 5000 g) per migliorare l'aderenza al suolo dello strumento.

Subito dopo, per eliminare l'aria contenuta nel conglomerato e per renderne uniforme la temperatura nell'area di prova, si effettua un primo riempimento del permeabilometro; non appena il livello dell'acqua arriva allo zero della scala graduata (livello inferiore), si riempie nuovamente il permeabilometro fino al bordo superiore, facendo in modo di far trascinare una certa quantità di acqua.

Non appena il livello dell'acqua arriva alla soglia superiore della scala graduata (altezza di 250 mm), si fa partire la rilevazione dell'intervallo di tempo che termina quando il livello d'acqua è sceso fino allo zero di gradazione.

Il rapporto tra la quantità d'acqua (in  $\text{dm}^3$  nota) e l'intervallo di tempo trascorso (in minuti) rappresenta la capacità drenante espressa in  $\text{dm}^3/\text{min}$ .

Il valore singolo è ricavato dalla esecuzione di due prove distanti 1 metro (mediandone i due valori).

## RISULTATI DELLE PROVE

Il valore di permeabilità - capacità drenante viene espresso in lt/min come valore medio (M) delle due prove effettuate nel punto della pavimentazione in esame,  $M + 20\%M$  rappresenta l'intervallo di capacità drenante entro cui devono cadere le due prove per poter essere ritenute valide.

### Caratteristiche di fono-assorbenza

La fono-assorbenza deve essere misurata in sito mediante metodo dell'impulso riflesso eseguito con il veicolo RIMA, dopo il 15° giorno della stesa delle miscele, i valori dei coefficienti di fono-assorbenza  $\alpha_{f,i}$  devono essere quelli riportati in tabella, per almeno 5 delle 8 frequenze indicate:

Miscele	Frequenza (Hz)							
	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
Drenante + Drenante strutturale	$\alpha_{f,i} \geq 0,10$	$\alpha_{f,i} \geq 0,13$	$\alpha_{f,i} \geq 0,15$	$\alpha_{f,i} \geq 0,21$	$\alpha_{f,i} \geq 0,32$	$\alpha_{f,i} \geq 0,33$	$\alpha_{f,i} \geq 0,27$	$\alpha_{f,i} \geq 0,26$

In via sperimentale potranno essere effettuate misure di rumore emesso al rotolamento ERNL (Evaluated Road Noiseness Level) basate sulla microprofilo delle superfici secondo la formula

$$ERNL = 60 + 0,39 \times LT80 - 0,13 \times LT5 \quad (\text{dB(A)})$$

## **2.5 Trattamento superficiale con microcalcestruzzo con effetto fotocatalitico**

### **2.5.1 Descrizione**

Il microcalcestruzzo con effetto fotocatalitico riduttore dell'inquinamento per pavimentazioni un premiscelato cementizio e microsilici reattive opportunamente additivato con anatase (minerale del Titanio) per ottenere boiacche ad alta resistenza meccanica, senza ritiro e senza "bleeding", molto fluide, facilmente colabili in massetti asfaltici altamente drenanti con porosità aperta del 25÷30%; una volta indurito il prodotto svolge effetto ossidativo sugli inquinanti atmosferici.

### **2.5.2 Confezionamento e posa in opera**

Mediante la miscelazione con acqua (si raccomanda di evitare l'uso di acque salmastre o contenenti cloruri) si ottiene una boiaccia di riempimento di asfalto monogranulare OPEN GRADE con porosità aperta 25÷30% granulometria dello spaccato (raccomandato il basalto od aggregati qualificati) da 4 mm a 20÷25 mm, spessore del massetto OPEN GRADE da 40 a 70 mm: è raccomandata la prequalifica da parte del produttore/applicatore dell'OPEN GRADE.

La boiaccia fotocatalitica va applicata su OPEN GRADE garantito dal produttore e prequalificato, adeguatamente steso con vibrofinitrice e rullato, dopo raffreddamento a temperature inferiori a 30 °C.

La boiaccia viene ottenuta miscelando il prodotto cementizio con un totale del 22% circa di acqua di impasto a seconda della viscosità desiderata. Va eseguita una prima miscelazione immettendo circa il 18% di acqua e poi versando il prodotto gradualmente. Aggiunto il resto dell'acqua utile la boiaccia va miscelata intensamente per 5-6 minuti; la miscelazione non dovrà dar luogo a grumi.

La boiaccia risulterà pompabile per 1 ora circa evitando l'evaporazione dell'acqua contenuta.

### 2.5.3 Caratteristiche tecniche

- Viscosità MARSH FUNNEL c.ca 110 secondi : gli intervalli di viscosità accettabili nelle condizioni particolari di esercizio devono essere stabiliti sul campo come controllo sistematico della qualità.
- Resistenze meccaniche:

Resistenze meccaniche	compr. MPa	fless. MPa
3 ore	/	/
1 giorno	20	4
7 giorni	60	6
28 giorni	80	9
90 giorni	90	10

- I tempi di presa e di indurimento variano con il variare delle condizioni climatiche ed ambientali. Comunque la formulazione del prodotto dovrà essere di volta in volta adattata alle condizioni climatiche ed ambientali.
- Stabilità dimensionali: la formulazione è calcolata per un'espansione potenziale di 0,2–0,5 mm/m nelle condizioni di non perdita d'acqua per suzione od evaporazione.
- Il sistema asfalto-cementizio OPEN GRADE (asfaltico) + boiaccia di microcastruzzo dovrà consentire le seguenti resistenze tipiche :

Resistenza a compressione	8÷10 MPa
Modulo Elastico	c.ca 8.000 MPa (ASTM D-4123)

## 2.6 Trattamenti superficiali d'irruvidimento

### 2.6.1 Microtappeti a freddo (tipo Macro Seal)

#### 2.6.1.1 Descrizione

Il microtappeto a freddo è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita.

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con un bitume modificato ed emulsionato.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con una apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

### 2.6.1.2 Inerti

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

Per l'aggregato grosso devono essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava, con perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2/1999), minore del 18%; inoltre il valore di levigabilità VL determinato su tali pezzature deve essere maggiore od uguale 46 (UNI EN 1097-8/2001), la porosità minore od uguale a 1,5% (CNR B.U. n. 65 del 18.05.1978), la quantità di frantumato deve essere 100%, il coefficiente di imbibizione  $< 0,015$  (CNR Fasc.IV/1953), i coefficienti di forma "SI" (UNI EN 933-4/2001) e di appiattimento "FI" (UNI EN 933-3/2004) dovranno essere minori o uguali al 10%, la sensibilità al gelo minore od uguale a 20% per la perdita in resistenza (UNI EN 1367-1/2001) e  $< 1\%$  perdita in massa (UNI EN 1367-1/2001), lo spogliamento in acqua a 40 °C deve essere 0% (CNR 80/80).

L'aggregato fino deve essere composto da sabbie provenienti di frantumazione.

La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione dovrà essere al 100%.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi da cui è ricavata per frantumazione la sabbia deve avere alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2/1999), eseguita su granulato della stessa provenienza, perdita in peso non superiore al 25%.

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate ai setacci ISO 3310 con apertura maggiore di 2 mm non deve superare, nella curva granulometrica finale, il 10% in peso, quando le stesse sabbie provengono da rocce aventi un valore di VL. minore od uguale a 43.

L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due deve essere maggiore od uguale a 70% (UNI EN 933-8).

### 2.6.1.3 Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 325); gli additivi impiegati devono soddisfare i requisiti richiesti all'art. precedente punto 33.3.6.10.

### 2.6.1.4 Miscela

Le miscele devono avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati in funzione dello spessore finale richiesto:

Spessore minimo	9 mm	6 mm	4 mm
Setacci Serie UNI-EN 933/1			
14 passante %	100	100	100

10	“	“	90-98	91-97	100
6,3	“	“	72-87	72-88	100
4	“	“	52-73	53-74	84-100
2	“	“	36-54	35-54	60-84
0,5	“	“	16-30	16-30	24-40
0,125	“	“	6-14	6-15	8-16
0,063	“	“	4-10	4-11	6-11

Miscela con spessori finali diversi devono essere concordate di volta in volta con la D.L.

#### **2.6.1.5 Malta bituminosa**

Il legante bituminoso deve essere costituito da un bitume modificato ed emulsionato al 60% a rottura controllata, modificata con elastomeri sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsione (art. 33.1., tab. 5).

Per la realizzazione dell'emulsione si dovrà esclusivamente impiegare bitume di tipo “F” (Art. 33.1.5., tab. 1).

Devono essere impiegati additivi chimici per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione.

Il loro dosaggio, ottimizzato con uno studio di laboratorio, deve essere in funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

#### **2.6.1.6 Composizione e dosaggi della miscela**

La malta bituminosa deve avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo		9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio della malta	Kg/m <sup>2</sup>	13-20	8-14	6-10
Dimensione max inerti	mm	10-12	7-9	5-6
Contenuto di bitume modificato residuo, % in peso sugli inerti	%	5-7,5	6-8	7-10

#### **2.6.1.7 Acqua**

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo deve essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche e qualsiasi altra sostanza nociva.

#### **2.6.1.8 Confezionamento e posa in opera**

Il confezionamento dell'impasto deve essere realizzato con apposita macchina impastatrice-stenditrice semovente costituita essenzialmente da:

- Serbatoio dell'emulsione bituminosa
- Tramoggia degli aggregati lapidei
- Tramoggia del filler
- Dosatore degli aggregati lapidei

- Nastro trasportatore
- Spruzzatore dell'emulsione bituminosa
- Spruzzatore dell'acqua
- Mescolatore
- Stenditore a carter

Le operazioni di produzione e stesa devono avvenire in modo continuo, connesso alla velocità di avanzamento della motrice, nelle seguenti fasi:

- ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore
- aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo
- miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità
- aggiunta dell'emulsione bituminosa
- miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto
- colamento dell'impasto nello stenditore a carter
- distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa e livellamento.

Prima di iniziare la stesa del microtappeto si deve procedere ad una energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o a mezzo di mezzi meccanici: tutti i detriti e le polveri devono essere allontanati. In alcuni casi, a giudizio della D.L., si dovrà procedere ad una omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

In particolari situazioni la D.L. potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del microtappeto a mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 Kg di sabbia per m<sup>2</sup> di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati.

Al termine delle operazioni di stesa il microtappeto deve presentare un aspetto superficiale regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa venga leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura deve essere effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

La produzione o la posa in opera del microtappeto deve essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 15°C ed in caso di pioggia.

## ***2.6.2 Microtappeti a freddo (Tipo Macro Seal) fibro rinforzati***

### ***2.6.2.1 Descrizione***

Il microtappeto fibrorinforzato a freddo è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita additivata con fibre minerali (art. 33.1.8.2., tab. 2)

da impiegare in zone soggette a forti sollecitazioni superficiali e trasversali (curve, salite, ecc.).

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con un bitume modificato ed emulsionato.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con una apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

#### **2.6.2.2 Inerti**

Valgono le prescrizioni art. 33.5.1.2

#### **2.6.2.3 Additivi**

Valgono le prescrizioni art. 33.5.1.3

#### **2.6.2.4 Miscela**

Valgono le prescrizioni art. 33.5.1.4

#### **2.6.2.5 Fibre minerali**

Mediante idonea apparecchiatura la malta bituminosa deve essere additivata con fibre minerali in percentuali in peso riferite agli inerti variabili tra lo 0,6% e 1,0 %.

#### **2.6.2.6 Malta bituminosa**

Valgono le prescrizioni art. 33.5.1.5.

#### **2.6.2.7 Composizione e dosaggi della miscela**

La malta bituminosa deve avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo		9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio della malta	Kg/ m <sup>2</sup>	13-20	8-14	6-10
Dimensione max inerti	mm	10-12	7-9	5-6
Contenuto di bitume modificato residuo, % in peso sugli inerti	%	5-7,5	6-8	7-10
Dosaggio fibre minerali, riferite agli inerti	%	0,6- 1,0	0,6- 1,0	0,6- 1,0

#### **2.6.2.8 Acqua**

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo deve essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche e qualsiasi altra sostanza nociva.

### **2.6.2.9 Confezionamento e posa in opera**

Vedi punto 33.5.1.8.

## **2.6.3 Trattamento superficiale di irruvidimento (mono strato mono granulare) con resina bicomponente ed inerti ad elevata rugosità ed alta resistenza all'abrasione**

### **2.6.3.1 Descrizione**

Il trattamento consiste nell'operazione di irruvidimento del manto stradale da effettuare con inerti di elevate caratteristiche di resistenza all'abrasione ed all'urto, tramite resina bicomponente da applicare sulla pavimentazione preesistente.

### **2.6.3.2 Materiali inerti**

L'inerte di tipo naturale o artificiale deve essere privo di materiali rigonfianti e preventivamente approvato dalla D.L., e rispondere ai seguenti requisiti:

- la perdita alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2) deve essere minore od uguale a 22%;
- il valore di levigabilità VL. (UNI EN 1097-8) deve essere maggiore od uguale a 52.

### **2.6.3.3 Legante**

Il legante deve essere una resina bicomponente (Art. 33.1.4, tab. 5); i due componenti devono essere miscelati nel rapporto 2:1 in peso al momento dell'impiego e lavorati a temperature adeguate.

### **2.6.3.4 Posa in opera**

Preventivamente la superficie della strada deve essere vigorosamente spazzolata, per togliere la polvere e qualsiasi corpo estraneo. Inoltre non devono essere presenti macchie di umidità sulla superficie, eventualmente da rimuovere mediante getto d'aria calda.

Eventuali presenze d'olio sulla superficie stradale devono essere rimosse usando una soluzione detergente, seguita da un risciacquo con acqua pulita.

Le strisce esistenti della segnaletica orizzontale, di materiale termoplastico, devono essere asportate mediante irradiazione e/o bocciardatura.

Prima dell'esecuzione del trattamento (soprattutto in galleria) va eseguito un controllo sulla superficie da trattare per verificare che non ci siano macchie d'acqua che devono venir rimosse con getto d'aria calda.

I due componenti della resina devono essere portati a temperature idonee per facilitarne lo spruzzaggio, secondo le prescrizioni del fornitore.

La resina deve essere spruzzata sulla superficie stradale tramite un sistema a bassa pressione controllato elettronicamente che consenta un continuo monitoraggio dei parametri di miscelazione dei due componenti e quello di stesa da parte dell'operatore e che indichi istantaneamente con segnale sonoro e visivo la presenza, e la possibile causa, di una anomalia nel circuito.

Il rapporto stechiometrico deve essere mantenuto entro una tolleranza dell'1 % (espressa come percentuale del volume totale); il sistema di miscelazione dinamico e statico, deve garantire una perfetta uniformità di miscelazione dei due componenti la resina, miscelandoli intimamente.

Il sistema computerizzato di controllo deve essere in grado di fornire alla D.L. uno stampato per la determinazione delle quantità di materiale impiegato.

Sulla macchina spruzzatrice deve essere presente un serbatoio aggiuntivo di prodotto atto al lavaggio del circuito di spruzzatura che garantisca una perfetta pulizia delle parti interessate senza disperdere nell'ambiente i prodotti di lavaggio.

Le quantità espresse in kg/m<sup>2</sup> di resina e di graniglia da applicare sulle pavimentazioni sono in funzione del piano di posa interessato e della granulometria della graniglia da utilizzare e devono essere comprese nei seguenti limiti:

	RESINA Kg/m <sup>2</sup>	GRANIGLIA (dopo pulizia) Kg/m <sup>2</sup>
Granulometria ¾ mm:	0.9÷3.0	5÷10
Granulometria 2/3 mm:	0.7÷3.0	4÷9

N.B.: Le quantità dei materiali impiegati dovranno essere approvate dalla D.L. in funzione della tessitura superficiale della pavimentazione. La graniglia deve essere distribuita accuratamente attraverso una idonea attrezzatura approvata dalla D.L. I pneumatici del veicolo per la graniglia devono essere di larghezza adeguata per prevenire una eccessiva concentrazione del carico del mezzo sulla superficie trattata. Il veicolo spandigraniglia deve avere la possibilità di controllare e variare la quantità della graniglia distribuita.

### **2.6.3.5 Irruvidimento con macchina pallinatrice**

Le superfici con ridotto CAT possono essere riportate a valori superiori con irruviditori a secco denominate pallinatrici che non lasciano superfici trattate con striature orientate in senso longitudinale e trasversale, per non incrementare il rumore di rotolamento e non creare l'effetto rotaia. I pallini proiettati dalla macchina vanno recuperati per aspirazione e reimpiegati previa eliminazione delle particelle distaccate dai manti stradali, in modo da incrementare comunque i valori di HS ed ottenere il massimo incremento possibile per il CAT, in relazione al tipo di miscele presenti nel punto trattato.

## **2.7 Controlli prestazionali e relative penali**

Per i materiali di fondazione (non legati e legati) e per i bitumi, se non c'è il raggiungimento delle prestazioni richieste, verranno applicate le penali definite negli specifici articoli e qui di seguito richiamate in modo sintetico. (L'omissione in questo articolo di alcune penali riportate in altre parti delle presenti NTA non ne elimina la validità).

Se sullo stesso manufatto si verifica la concomitanza di più penali per diversi motivi il massimo tetto, comunque non superabile, sarà del 50% (cinquantapercento). In questi casi ci si riserva in alternativa la facoltà di rifacimento a cura e spese dell'Impresa.

REQUISITI

ARTICOLO

PENALI

Conglomerati : Durata a fatica	Non inferiore a quella del c.b. di riferimento	Art. 31.2.1.3 Art. 31.6.2.1	10%
Conglomerati : Caratteristiche della Miscela	Non inferiore a quelle prescritte	Art.31.2.1 Art. 31.6.2.2	10%
Conglomerati : Posa in Opera		Art.31.3.5 Art. 31.4.2.5. Art. 31.6.2.3	5%
Portanza : Fondazione non legata (Modulo Elastico E)	$E > 1850 \text{ daN/cm}^2$	Art. 29.5.	10%
Portanza : Fondazione (o sottobase) a legante idraulico o equiparata (Modulo Elastico E)	Moduli secondo Fig. 1	Art. 30.1.7.	10 - 20%
Qualità dei Bitumi	Caratteristiche varie	Art. 31.1.1.3	10%
Usure Drenanti Fonoassorbenti : Capacità drenante	Permeabilità inferiore a quella prescritta	Art. 31.4.4.3.6	10%
Usure Drenanti Fonoassorbenti : Coefficiente di Fonoassorbimento	Valori di $\alpha$ secondo frequenze	Art. 31.4.4.3.8	2% (*)

(\*) Per ogni valore non raggiunto (detrazione massima 6%)

Altre penali sono presenti nei relativi articoli, come per esempio quella della segnaletica ad alta retro riflessione (v. art. specifico).

Dettagliamo nel seguito le altre prestazioni richieste, misurate con i mezzi ad Alto Rendimento della Committente (le prove potranno essere effettuate anche da “terzi”, su specifiche fornite dalla committente) e le penali conseguenti per il non raggiungimento delle suddette.

## **2.7.1 Controlli ad alto rendimento: Tutti i tipi di conglomerato bituminoso**

### **2.7.1.1 Portanza: Requisiti**

Per quanto riguarda invece le caratteristiche strutturali degli strati in conglomerato bituminoso messi in opera, il parametro di riferimento è il modulo elastico che sarà ricavato interpretando una serie di misure di deflessione dinamica effettuate con apparati di tipo F.W.D (le prove potranno essere effettuate anche da “terzi”, su specifiche fornite dalla committente); per l’interpretazione delle misure di deflessione, è necessario conoscere gli spessori degli strati in conglomerato bituminoso della pavimentazione che verranno rilevati a cavo aperto dalla D.L. e/o potranno essere ricavati mediante una opportuna campagna di carotaggi successiva da eseguire con un passo non inferiore a 500 m.

Per una maggiore precisione nella determinazione degli spessori, tale campagna di carotaggi potrà essere integrata dal rilievo in continuo, mediante radar, della stratigrafia della pavimentazione eseguito con l'apparecchiatura ad alto rendimento denominata ARGO.

Per la valutazione del modulo medio complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume (spessore complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume  $\geq 10$  cm), le prove di deflessione dinamica avverranno su pavimentazioni nuove o con il pacchetto degli strati legati a bitume completamente rinnovato.

Le prove di deflessione dinamica saranno eseguite sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 10° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato e prima dell'apertura al traffico.

Le prove di deflessione dinamica verranno interpretate per il calcolo del valore del modulo elastico mediante il programma "BACAN" (che verrà utilizzato dalla committente interpretando anche prove deflettometriche effettuate da "terzi") ed il valore dovrà essere riportato alla temperatura di riferimento del conglomerato di 20°C. secondo curve di correzione proposte dalla committente.

Le prove dinamiche tipo F.W.D./H.W.D. non saranno eseguite con temperature superficiali della pavimentazione oltre i 30°C. Le misure di F.W.D./H.W.D. verranno effettuate al massimo ogni 50 mt di corsia per aver a disposizione un campione di dati di ampiezza statisticamente accettabile, eccezionalmente, per motivi operativi e di interferenza con il traffico, l'intervallo tra le prove potrà essere esteso fino ad un massimo di 100 mt. Per ciascuna tratta con tipo di intervento omogeneo, il numero di prove da eseguire, perché il campione abbia una ampiezza statisticamente accettabile, non deve essere inferiore a 20, qualsiasi sia la sua lunghezza. Per la valutazione delle caratteristiche strutturali si farà riferimento al valore medio del modulo espresso in daN/cm<sup>2</sup>, ricavato dai moduli risultanti dalle misure puntuali di F.W.D./H.W.D., relativo a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 4 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al "BACAN".

### 2.7.1.2 Portanza: Penali

In funzione del valore medio del modulo dello strato o del pacchetto di strati soggetto a prova, lo strato od il pacchetto interessato e tutti gli strati sovrastanti verranno penalizzati degli importi elencati nella seguente tabella :

MODULO DI ELASTICITÀ (E) dello Strato o del Pacchetto di strati legati a bitume soggetti a prova (daN/cm <sup>2</sup> a 20°C)	PENALITÀ per lo strato o pacchetto di strati soggetti a prova ed eventuali strati sovrastanti
$E > 150000$	Detrazione del 15%
$120000 \leq E \leq 150000$	Detrazione del 10%
$55000 \leq E < 120000$	Prestazione valida
$45000 \leq E < 55000$	Detrazione del 10%

$35000 \leq E < 45000$	Detrazione del 20%
$30000 \leq E < 35000$	Detrazione del 50%

Nel caso in cui il modulo riscontrato risulti inferiore ai 30000 daN/cm<sup>2</sup> il lavoro non sarà considerato accettabile, e la D.L., anche tenendo conto dell'estensione e della distribuzione delle tratte omogenee carenti potrà richiedere il suo rifacimento a completa cura e spesa dell'Appaltatore.

### 2.7.1.3 Aderenza e Macrotessitura: Requisiti

Nei tappeti e/o trattamenti superficiali dovranno essere realizzati valori di aderenza e tessitura granulometrica superficiale (macro - tessitura) idonei in rapporto a:

- A. I tipi di materiale e/o trattamenti usati per l'esecuzione dello strato superficiale;
- B. Le condizioni piano - altimetriche del tracciato in ogni suo punto;
- C. Il tipo di traffico prevalente e la sua intensità.

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM o SUMMS (Norma CNR B.U. n° 147 del 14.12.92 - la relazione tra il valore CAT qui prescritto, denominato CAT<sub>aut</sub>, e quello definito dalla norma CNR, denominato CAT<sub>cnr</sub>, è : CAT<sub>aut</sub> = CAT<sub>cnr</sub> x 100) deve risultare superiore o uguale ai seguenti valori:

MATERIALE	CAT prescritto
Conglomerati bituminosi normali e speciali per usura (tipo CB, CBS, CBH)	58
Conglomerati bituminosi normali e speciali per binder (tipo CB, CBS, CBH): provvisori	45
Conglomerati bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)	55
Conglomerati bituminosi con inerti chiari e irradiati	55
Conglomerati bituminosi (tipo CB, CBS, CBH) con argilla espansa	60
Conglomerati bituminosi drenanti, drenanti strutturali (tipo CBD; CBDS)	53
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MTF) - spessore 9 mm	62
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MTF) - spessore 6 mm	62
Trattamenti superficiali con leganti sintetici (Italgrip - tipo TSS)	72

Inoltre la tessitura geometrica (HS) intesa come macrotessitura superficiale misurata mediante il misuratore "mini texture meter" (WDM- TRRL) o mediante il SCRIM/SUMMS dovrà essere superiore o uguale ai seguenti valori:

MATERIALE	HS prescritto
Conglomerati bituminosi normali e speciali per usura (tipo CB, CBS, CBH)	0,3 mm
Conglomerati bituminosi normali e speciali per binder (tipo CB, CBS, CBH): provvisori	0,2 mm
Conglomerati bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)	0,4 mm

Conglomerati bituminosi con inerti chiari e irradiati	0,5 mm
Conglomerati bituminosi (tipo CB, CBS, CBH) con argilla espansa	0,3 mm
Conglomerati bituminosi drenanti, drenanti strutturali (tipo CBD; CBDS)	0,8 mm
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MTF) - spessore 9 mm	0,6 mm
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MTF) - spessore 6 mm	0,5 mm
Trattamenti superficiali con leganti sintetici (Italgrip - tipo TSS)	0,8 mm
Trattamenti di irruvidimento con sistemi meccanici:	
- All'esterno di gallerie e all'interno di gallerie con possibili ristagni d'acqua	0,5 mm
- All'interno di gallerie impermeabilizzate	0,4 mm

Le misure di CAT e HS interesseranno almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere effettuate in un periodo di compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, ad eccezione dei conglomerati bituminosi drenanti per i quali le misure dovranno essere effettuate tra il 60° ed il 270° giorno dall'apertura al traffico.

Per quanto riguarda le misure di CAT e HS, effettuate con il SCRIM / SUMMS, dovrà essere rilevato almeno il 10% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m.) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; le misure di CAT e HS dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m. e i valori misurati di CAT e HS potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m. per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici.

Per la valutazione delle caratteristiche di aderenza e macrotessitura superficiale si farà riferimento ai valori medi di CAT e HS, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m.) o dai valori già mediati ogni 50 mt, relativi a ciascuna "tratta omogenea" in cui è possibile suddividere la tratta misurata.

Per "tratte omogenee" si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori medi di CAT e HS ricavati per ciascuna tratta omogenea dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Nel caso in cui l'apparato di misura abbia rilevato (CAT ed HS) su i due lati della corsia in esame è facoltà della Committente analizzare entrambe le serie di misure per poi prendere in considerazione, per il confronto con le prescrizioni sopra riportate, i valori medi di CAT ed HS relativi alle tratte omogenee in condizioni peggiori.

Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di aderenza.

Per quanto riguarda le misure di HS eseguite con il "mini texture meter" il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando quattro strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm, preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote. Lo strumento fornisce valori di tessitura media ogni 10 m. ed ogni 50 m. lungo ogni strisciata longitudinale, pertanto, ai fini del controllo, dovrà risultare in accordo con le prescrizioni la media (una sola cifra decimale) dei quattro valori ottenuti ogni 50 m. (uno per ciascuna strisciata longitudinale).

**2.7.1.4 Aderenza e Macrotessitura: Penali**

Qualora il valore medio di CAT o HS, come definito in precedenza per ciascuna TRATTA OMOGENEA (Misure SCRIM o SUMMS) o per ciascuna tratta da 50 m. (Misure di HS con “mini texture meter”), sia inferiore ai valori prescritti per ciascun tipo di pavimentazione, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

I valori della soglia di non accettabilità sono :

CAT = 40

HS = 0,25 mm (eccetto i binder provvisori per i quali vale il valore prescritto in tabella )

Qualora il valore medio di CAT o HS, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea (Misure SCRIM o SUMMS) o per ciascuna tratta da 50 m. (Misure di HS con “mini texture meter”), sia inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza a alla stesa di un nuovo strato; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare i/il valore deficitario al disopra della soglia di non accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni non si raggiungessero i valori prescritti, pur essendo i valori di CAT e HS al disopra dei valori inaccettabili, verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo.

**2.7.1.5 Regolarità: Requisiti**

La regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, inferiore a 1,8 mm/m. nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata, inferiore a 2,0 mm/m. nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

A discrezione della Direzione Lavori potrà eser richiesto il rilevamento dell' Indice CP (Coefficiente di Planarità), calcolato a partire del profilo longitudinale della pavimentazione opportunamente filtrato per separare i diversi campi di lunghezze d'onda :

Campi di lunghezza D'onda	Intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata	Intervento limitato a una parte della carreggiata
Fino a 2,5 m. :	CP <sub>2,5</sub> < 80	CP <sub>2,5</sub> < 120
Da 2,5 m. a 10 m. :	CP <sub>10</sub> < 160	CP <sub>10</sub> < 240
Da 10 m. a 40 m. :	CP <sub>40</sub> < 320 (valore consigliato)	CP <sub>40</sub> < 480 (valore consigliato)

Queste prescrizioni valgono per :

- Conglomerati Bituminosi tipo CB, CBS, CBH

- Conglomerati Bituminosi rigenerati in sito
- Conglomerati Bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)
- Conglomerati Bituminosi con inerti chiari, irradiati
- Conglomerati Bituminosi tipo CB, CBS, CBH con Argilla espansa
- Conglomerati Bituminosi drenanti e drenati strutturali (tipo CBD, CBDS)

Le misure profilo longitudinale interesseranno almeno una corsia (marcia o marcia lenta), dovranno essere eseguite in un periodo di compreso tra il 4° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m.) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 20 m. a partire dal profilo longitudinale misurato; i valori degli indici CP2,5-CP10-CP40 verranno calcolati con un "passo" di 100 m., rispettivamente per i tre campi di lunghezze d'onda sopra definiti a cui corrispondono tre profili che si ottengono filtrando il profilo misurato.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 20 m.), relativi a ciascuna "tratta omogenea" in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per "tratte omogenee" si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale".

I valori medi di IRI ricavati per ciascuna tratta omogenea dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Nel caso in cui l'apparato di misura abbia rilevato l'Indice IRI su i due lati della corsia in esame è facoltà della Committente analizzare entrambe le serie di misure per poi prendere in considerazione, per il confronto con le prescrizioni sopra riportate, i valori medi di IRI relativi alle tratte omogenee in condizioni peggiori.

Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice CP, si farà riferimento ai tre valori CP2,5-CP10-CP40 per tratte da 100 m. di lunghezza: i valori dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

#### **2.7.1.6 Regolarità: Penali**

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, o uno o entrambi i valori CP2,5-CP10 per tratte da 100 m., non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

I valori della soglia di non accettabilità sono :

$$\text{IRI} = 3,5 \text{ mm/m.}$$

$$\text{CP2,5} = 160$$

$$\text{CP10} = 320$$

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, o uno o entrambi i valori CP2,5 e CP10 per tratte da 100 m., sia maggiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili sopra elencati, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza a alla stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

### **2.7.1.7 Regolarità dei giunti: Requisiti e penali**

La regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici in corrispondenza dei giunti di dilatazione degli impalcati da ponte dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione inferiore a 5,0 mm.

Le misure profilo longitudinale interessano almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere eseguite in un periodo di compreso tra il 15° e 180° giorno dell'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN. Le misure profilo longitudinale dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm e i valori dell'indice IRI verranno calcolati a partire da tale profilo con un "passo" di 5 m.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale dei giunti di dilatazione si farà riferimento ai valori dell'indice IRI nel cui intervallo di calcolo (L= 5 m.) si trova ad essere posizionato almeno un giunto; qualora tale parametro non soddisfi le condizioni richieste, il giunto di dilatazione, ricadente nel relativo intervallo di calcolo verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva del giunto anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

Il valore della soglia di non accettabilità è:

$$\text{IRI} = 7 \text{ mm/m.}$$

Qualora il valore di IRI, come definito in precedenza, sia maggiore o uguale al valore ritenuto accettabile sopra specificato, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa per tutta la sua larghezza ed al rifacimento del giunto di dilatazione; il nuovo giunto sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo ed agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

## **2.7.2 Controlli tradizionali: Tutti i tipi di conglomerati bituminosi**

### **2.7.2.1 Durata a fatica**

Le prove di durata a fatica (norma UNI EN 12697-24 all.E) andranno svolte su provini cilindrici da pressa girevole (150mm) e/o ottenuti da carotaggi (stesso diametro), in genere per i conglomerati bituminosi di base; potranno essere applicate anche ad altri tipi di conglomerati chiusi.

Le prove verranno effettuate con modalità brasiliana (trazione indiretta su provino appoggiato sul fianco).

Il risultato ottenuto in termini di numero di cicli alla temperatura di controllo di 10 °C su di un primo provino, dovranno essere superiori o uguali a quelli del materiale di riferimento rappresentato da una curva  $\log N / \log \sigma$  alla stessa temperatura (Art. 33.2.1.3). Se non si otterrà questo risultato sul primo provino, la prova andrà ripetuta su un secondo; se si avrà per esso un risultato negativo (inferiore al riferimento) si applicherà la penale; se positivo si effettuerà una terza prova, che darà luogo alla penale se negativa.

In tale caso lo strato oggetto di prova (ed il pacchetto che lo ricopre) verrà penalizzato del 10% del suo costo : tale costo verrà determinato utilizzando la larghezza complessiva dello strato e la lunghezza della tratta messa in opera nella giornata in cui è stato steso il conglomerato sottoposto a prova di fatica.

#### **2.7.2.2 Caratteristiche della miscela**

La non rispondenza (uno o più parametri non conformi) ai requisiti meccanici (Rt e CT), Volumetrici, Granulometrici e di Contenuto di Bitume (vedi Art. 33.2.1. e successivi) comporterà l'applicazione di una penale pari 10% del costo dello strato sottoposto a prova.

Tale costo verrà determinato utilizzando la larghezza complessiva dello strato e la lunghezza della tratta messa in opera nella giornata in cui è stato steso il conglomerato sottoposto a prova.

#### **2.7.2.3 Posa in opera della miscela**

Come specificato agli art. 33.3.5 e 33.5.2.5, la messa in opera di strati compromessi (che presentano ad esempio : anomalie di stesa o di compattazione, perdite di materiale, giunti longitudinali o giunti trasversali di ripresa mal eseguiti, aperti o sgranati) comporterà a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, in aggiunta alla rimozione e ricostruzione a cura e spese dell'Impresa, l'applicazione di una penale pari 5% del costo dello strato.

Tale costo verrà determinato partendo dalla larghezza complessiva dello strato e dalla lunghezza della tratta messa in opera nella giornata in cui è stato steso il conglomerato che presenta compromissioni, con detrazioni proporzionali alla diffusione dei difetti.

La D.L. rileverà per tutti gli eventi di questo tipo, i seguenti dati : ubicazione, tipo di lavorazione, data di messa in opera, tipo di difetto rilevato, almeno n.2 foto digitali dei difetti, costo di riferimento per la penale.

La D.L. valuterà l'applicazione delle penali, tenendo anche presente le segnalazioni dell'Impresa, trasmesse, relative ad eventi particolari, non riconducibili a responsabilità dell'Impresa, che hanno condizionato la buona riuscita dei Lavori (ad es. : incidenti, code, ordini della P.S., etc.).

#### **2.7.2.4 Spessori: penali**

Lo spessore della pavimentazione dovrà corrispondere allo spessore di Progetto.

Esso verrà determinato su carote prelevate a questo fine (diametro 50 mm) o per altre valutazioni (diametri 100 o 150 mm). Su tali carote, prelevate casualmente dalla Direzione Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore, sulla superficie di pavimentazione stesa tra due

scambi di carreggiata, dovranno essere effettuate almeno 30 misure eseguite con le modalità qui di seguito descritte.

Per le carote da 50 mm vengono effettuate 2 misure diametralmente opposte, mentre per quelle da 100 o da 150 mm vengono effettuate 6 misure in corrispondenza degli estremi dei diametri presi ogni 60°. Dalla media M di tali misure si ricaverà il valore dello spessore della pavimentazione. La Direzione Lavori si riserva anche la possibilità di effettuare misure ad alto rendimento con macchine dotate di radar geotecnico, che fornirà automaticamente, con doppio passaggio, lo spessore medio della pavimentazione stesa.

L'accettazione della determinazione dello spessore della pavimentazione stesa dovrà scaturire dalle considerazioni sui principali parametri statistici relativi alla misura di grandezze fisiche qui di seguito riportati (UNI 4723-84).

Si dovrà determinare la media aritmetica M delle n misure  $x_i$ , definita come la somma di tutte le osservazioni divisa per il loro numero, ed il loro scarto tipo "S", definito come la radice quadrata positiva della media (corretta) dei quadrati degli scarti di tutte le osservazioni (varianza) e fornito dall'espressione:

$$S = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \cdot \left( \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n} \right)}$$

La media M delle misure dello spessore del singolo strato non dovrà essere inferiore ad un valore minimo stabilito come il 93% dello spessore di Progetto.

Singoli valori  $x_i$  potranno essere inferiori a tale minimo purché lo scarto tipo S delle misure non superi il 30% della loro media, e la differenza tra il valore massimo e minimo non superi il 20% del valore medio M.

Le misure che generano uno scostamento superiore ai suddetti valori vanno eliminate dal computo e va ripetuto il calcolo della nuova media da verificare con i criteri testé indicati.

Qualsiasi insufficienza di spessore di uno strato, valutabile nel fatto che M è inferiore al 93% dello spessore di Progetto, comporterà una penalità applicata alla superficie di pavimentazione a cui si riferiscono le misure, che normalmente è quella lavorata tra due scambi di carreggiata. Nessuna penalità verrà applicata se la media M è uguale o superiore al 93% dello spessore di Progetto, tranne il caso in cui il 90% delle misure  $x_i$  risultino di spessore compreso tra quello di Progetto ed il 7% in meno dello stesso; in tale circostanza verrà applicata una detrazione del 5% al prezzo di elenco.

Per una insufficienza di spessore presentata da valori di M appartenenti agli intervalli da 7% a <10%, da 10% a <20%, da 20% a < 40% saranno effettuate riduzioni del prezzo di elenco, relativo allo strato ed alle superfici coinvolte rispettivamente del 20%, del 35% e del 50%. ogni deficienza di spessore superiore al 40% comporterà il rifacimento e/o la ricopertura gratuita.

## 2.8 Controlli

### 2.8.1 Prestazioni di controllo da parte della committente

L'attività inerente i controlli sui progetti, sulle idoneità delle miscele e sui rilievi ad Alto Rendimento, si svilupperà nel seguente modo:

#### PROGETTO DELLE MISCELE

- Verifica inerti (tutti)
- Verifica bitumi (tutti)
- Verifica curve di progetto delle curve di progetto anche presso i cantieri e/o per lavorazioni sperimentali (tutte).

#### CONTROLLO LAVORI

- Verifiche volumetriche e compositive delle miscele con frequenza giornaliera per impianto di produzione
- Verifiche sui bitumi: settimanale oppure ogni 2500 m3 di stesa
- Misure ad alto rendimento (Aderenza, regolarità ecc.): almeno un passaggio.

Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle N.T.A. eseguiti dalle imprese esecutrici devono essere presentati alla Direzione Lavori per la verifica ed l'approvazione. L'impresa esecutrice dei lavori di pavimentazione deve far pervenire a proprie spese, alla Direzione Lavori con congruo anticipo prima dell'inizio dei lavori, gli studi di progetto unitamente a tutti i componenti impiegati per la loro realizzazione (graniglie, sabbie, additivi, bitume ecc.).

LA Direzione Lavori provvederà ad eseguire per ciascuna miscela e su tutti i materiali presentati una serie di analisi finalizzate alla verifica dei dati progettuali e di idoneità.

Tutte le curve di progetto per i conglomerati bituminosi presentate dall'Impresa esecutrice dei lavori devono essere verificate secondo l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (UNI EN 12697-31/2004).

Gli aggregati lapidei ed il bitume tal quale e/o modificato impiegati nelle lavorazioni devono essere prelevati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa esecutrice dei lavori ed accompagnati da dettagliati verbali di prelievo.

Le quantità di materiali che devono pervenire presso il Laboratorio indicato dalla D.L., per i conglomerati bituminosi, devono essere le seguenti:

Inerti $\leq$ 5 mm	: 40 Kg per ogni pezzatura. (sacchi da 20 Kg)
Inerti $\geq$ 5 mm	: 60 Kg per ogni pezzatura. (sacchi da 20 Kg)
Filler	: 5 Kg
Bitume	: 10 Kg

### **3. SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE**

#### **3.1 Premessa**

Nel presente Capitolato Speciale sono descritte le metodologie per l'esecuzione di tutte le opere, prestazioni e forniture che si renderanno necessarie per la realizzazione della segnaletica verticale ed orizzontale sulle autostrade e loro pertinenze.

La segnaletica autostradale verticale e orizzontale, regola il traffico a seconda delle diverse condizioni ambientali e planimetriche del tracciato, anche di notte e in condizioni climatiche avverse, contribuendo ad aumentare il livello di sicurezza e facilitando l'uso dell'infrastruttura e dei servizi da parte della clientela.

I progetti e la relativa esecuzione devono attenersi a quanto prescritto dal D. Lgs 30 aprile 1992, n° 285 (Nuovo Codice della Strada) e dal D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada), con le modifiche e integrazioni successivamente intervenute, dalle Circolari e Decreti Ministeriali vigenti in materia, nonché a quanto previsto nelle soluzioni segnaletiche di dettaglio, ed. gennaio 1996, approvate dal Ministero dei Lavori Pubblici, Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, con lett. prot. n° 575 del 4 marzo 1996 (lett. n° 247.0614.00 del 14 maggio 1996), al presente Capitolato Speciale e a quanto esposto dettagliatamente nei disegni di Progetto.

#### **3.2 Capo I – Segnaletica verticale**

##### ***3.2.1 Produzione***

La segnaletica verticale deve essere prodotta da costruttori in possesso di un Certificato di Conformità del prodotto finito rilasciato da un organismo di certificazione accreditato, come previsto nelle circolari del Ministero dei Lavori Pubblici n. 3652 del 17.06.1998 e n. 1344 del 11.03.1999; la data di rilascio di detto certificato non deve essere superiore a cinque anni all'atto di partecipazione alla gara e deve essere presentata nella sua stesura integrale.

##### ***3.2.2 Costruzione dei segnali***

I pannelli facenti parte della fornitura devono essere realizzati secondo le seguenti caratteristiche.

###### ***3.2.2.1 Forme e dimensioni dei segnali***

Tutti i segnali devono avere forme, dimensioni, colori, simboli e caratteristiche conformi a quelle prescritte dalle norme citate in Premessa.

L'altezza dei caratteri alfabetici componenti le iscrizioni (vedi Allegato al D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495, Titolo II, tab. II 16 – Distanza di leggibilità in funzione dell'altezza delle lettere) deve essere tale da garantire una distanza di leggibilità non inferiore a 150 m.

###### ***3.2.2.2 Supporto metallico***

Il supporto metallico dei cartelli deve essere in lamiera di ferro tipo P-AL 99,5, dello spessore 30/10 mm se la superficie della faccia anteriore del cartello è uguale o superiore a 2,00 m<sup>2</sup>,

mentre per i cartelli con superficie inferiore a 2,00 m<sup>2</sup> la lamiera di alluminio deve essere di uno spessore di 25/10 mm.

Qualora i cartelli siano formati da più pannelli, questi dovranno essere nel più basso numero possibile e di dimensioni compatibili con la reperibilità delle lamiere sul mercato.

Tali lamiere, dopo avere subito le necessarie lavorazioni meccaniche e rese scabre in superficie mediante vibratrice elettrica, dovranno essere sottoposte ai seguenti trattamenti di preverniciatura:

- sgrassatura mediante vapori di trielina o con bagno in soluzione alcalina per una durata di circa 15 min a temperatura di esercizio pari a circa 70 °C;
- lavaggio con acqua e trattamento cromatante o fosfocromatante per un tempo sufficiente a depositare un rivestimento avente un peso compreso tra 105 e 375 mg/ m<sup>2</sup> (valore medio ottimale 270 mg/ m<sup>2</sup>) secondo la norma UNI 9921;
- lavaggio con acqua a perdere e passaggio in forno per essiccazione a temperatura compresa tra +60 e +70 °C;

Treatments sostitutivi potranno essere eseguiti dopo preventivo esame e conseguente autorizzazione da parte della Direzione Lavori.

### **3.2.2.3 Rinforzo perimetrale del cartello**

Il rinforzo perimetrale deve essere ottenuto mediante piegatura a scatola dei bordi del cartello che non dovranno essere inferiore a 10 mm, eccezione fatta per i dischi.

### **3.2.2.4 Congiunzioni dei pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni**

Tali congiunzioni si devono ottenere con l'apposizione, lungo i lembi contigui dei pannelli, di angolari in anticorodal, spessore 3 mm sia in senso orizzontale che verticale saldato come descritto all'art. 35.2.2.5.

Tale angolare deve essere opportunamente forato e munito di un numero di bulloncini di acciaio inossidabile da 1/4" sufficiente ad ottenere il perfetto accostamento dei lembi dei pannelli.

### **3.2.2.5 Traverse di rinforzo**

Il rinforzo sul retro del cartello deve essere costituito da traverse orizzontali o verticali in alluminio, saldate elettricamente, per punti, al cartello.

Dette traverse devono essere dello spessore di 3 mm, piegate a C con le dimensioni di 56x30x15 mm se la misura del cartello, presa normalmente alle traverse, è  $\geq$  di 500 mm. Se la misura del cartello è  $<$  di 500 mm le traverse a C devono essere di 45x17x12 mm e su queste non è previsto l'uso delle traverse di irrigidimento in ferro di cui all'art. 35.2.2.7.

La distanza in asse fra due traverse e quella dal bordo del cartello, non deve superare rispettivamente 500 mm e 250 mm.

I cartelli devono avere non meno di due traverse.

La lunghezza della traversa deve essere pari a quella del cartello meno 70 mm per lato. Per i segnali di direzione la lunghezza delle traverse deve essere determinata posizionandole ad una

distanza dal lato verticale uguale o minore di 70 mm fino a lambire i lati obliqui della punta della freccia.

### **3.2.2.6 Saldatura elettrica per punti**

La saldatura deve essere effettuata con puntatrice elettrica (la distanza massima fra due punti deve essere di 150 mm) su profilati ad omega in modo da non creare sbavature o altra disuguaglianza sulla superficie del cartello.

Utilizzando la traversa a C la distanza massima fra due punti di saldatura deve essere di 100 mm.

### **3.2.2.7 Traverse di irrigidimento**

Le traverse di irrigidimento devono essere in ferro qualità UNI EN 10025 - S235JR, dello spessore minimo di 4 mm, piegate a C □ con le dimensioni di 50x25x18 mm,

Dette traverse, della lunghezza prescritta come art. 35.2.2.5, devono essere complete di staffe con attacco a morsetto per il collegamento alle traverse di rinforzo nella qualità necessaria.

Sia le traverse che i vari attacchi devono essere zincati a caldo per immersione come da art. 35.2.3.10.

### **3.2.2.8 Attacchi**

Le traverse di rinforzo e le traverse di irrigidimento, in caso di loro utilizzo, poste sul retro del cartello devono portare i relativi attacchi speciali completi di morsetti, staffe o cravatte, bulloni con relative piastrine di ferro, rondelle e quanto necessita per l'adattamento ed il fissaggio ai sostegni ed alle intelaiature di sostegno, tali da non richiedere alcuna foratura del cartello e degli accessori.

Nel caso di installazione di due cartelli a facce contrapposte ad una stessa altezza sugli stessi sostegni, devono essere adottate staffe doppie.

Tutti i materiali ferrosi devono essere zincati a caldo per immersione, come da art. 35.2.3.10 delle presenti Norme.

### **3.2.2.9 Verniciatura del cartello**

La verniciatura deve essere ottenuta mediante l'applicazione di una vernice a polvere a base di resine cotte al forno a temperatura di cottura 140 °C, spessore 25-35 mm, di colore grigio opaco, nella gradazione precisata dalla Direzione Lavori.

### **3.2.2.10 Faccia anteriore del cartello**

Fondi, lettere, simboli e bordini di contorno dovranno essere eseguiti secondo quanto prescritto per ogni segnale e secondo le disposizioni progettuali:

- con pellicola non retroriflettente (PNR);
- con pellicola retroriflettente di classe 1 (CL1);
- con pellicola retroriflettente di classe 2 (CL2) o di classe 2 microprismatica (CL2-mp);

- con pellicola retroriflettente di classe 2 speciale microprismatica (CL2S-mp)
- con pellicola retroriflettente di classe 2 speciale microprismatica trattata con materiali atti ad evitare la formazione di condensa (CL2S-mp-a);
- con procedimento serigrafico (SER).

L'applicazione della pellicola al supporto metallico deve essere eseguita con l'adesivo presente nella pellicola stessa.

Possono essere utilizzate pellicole già colorate o pellicole bianche successivamente colorate mediante procedimento serigrafico. Gli elaborati progettuali conterranno la tipologia di pellicola da utilizzare.

Per i dischi ed i triangoli è da applicare pellicola a pezzo unico, intendendo con questa definizione un unico pezzo di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato con processo serigrafico; questo deve mantenere le proprie caratteristiche – colorimetriche e di rifrangenza - inalterate per un periodo uguale a quello previsto per la pellicola retroriflettente.

Nei cartelli di dimensioni superiori a 2 m<sup>2</sup> ognuna delle pellicole applicate sul cartello deve avere una superficie minima di 0,70 m<sup>2</sup>.

Le caratteristiche colorimetriche, fotometriche e tecnologiche cui devono rispondere le pellicole retroriflettenti e le relative metodologie di prova alle quali devono essere sottoposte per essere utilizzate nella realizzazione della segnaletica stradale, sono stabilite dal Ministero dei Lavori Pubblici con D.M. del 31 Marzo 1995 n. 1584 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 106 del 9 Maggio 1995). Le pellicole microprismatiche devono in più avere caratteristiche prestazionali che soddisfino i requisiti della Norma Nazionale UNI 11122.

La Direzione Lavori può richiedere pellicole, con tecnologia microprismatica, ad altissima risposta luminosa con durata di 10 anni, munite di certificazione per la classe 2 ma aventi caratteristiche prestazionali superiori alle pellicole di classe 2 da utilizzarsi in specifiche situazioni stradali:

- segnaletica che per essere efficiente richiede una maggiore visibilità, rispetto alla classe 2, alle brevi, medie e lunghe distanze (segnaletica di cantiere);
- segnali posizionati in modo tale da renderne difficile la corretta visione e interpretazione da parte del conducente del veicolo;
- strade ad elevata percorrenza di mezzi pesanti;
- strade con forte illuminazione ambientale.

Possono essere utilizzate le pellicole di classe 2S-ms-a , trattate con materiali atti a evitare la formazione di condensa, qualora la Direzione Lavori lo ritenga necessario, in zone soggette a tale evento atmosferico. Dette pellicole debbono essere accompagnate da una relazione tecnica, relativa alla valutazione delle effettive proprietà anticondensa, rilasciata da un istituto di misura come previsto dal D.M. 31.03.1995.

Per la realizzazione dei cartelli contenenti il marchio TELEPASS o per quelli a fondo giallo della cantieristica deve essere utilizzata una pellicola di classe 2S-mp fluoro-rifrangente rispondente alle caratteristiche stabilite dalla norma UNI 11122 nel prospetto 2 (tabella 1) per il colore ed al prospetto A2 (tabella 2) per le caratteristiche fotometriche (coefficiente aerico di intensità luminosa).

**Tabella 1** - Coordinate cromatiche e fattore di luminanza in condizioni diurne di pellicole microprismatiche fluoro-rifrangenti

Colore	Coordinate cromatiche				Fattore di luminanza $\beta$	
		1	2	3		4
Giallo	X	0,545	0,487	0,427	0,465	> 0,5
	Y	0,454	0,423	0,483	0,534	

**Tabella 2** - Coefficiente di retroriflessione R' (cd/lux m<sup>2</sup>) minimo per pellicole microprismatiche fluoro-rifrangenti nuove

Angolo di osservazione $\alpha$ [°]	Angolo di illuminazione $\beta_1$ [°]	Giallo Fluo
0,33	5	180
1,0	5	21
1,5	5	9
0,33	20	144
1,0	20	18
1,5	20	7,8
0,33	30	99
1,0	30	12
1,5	30	5,4
0,33	40	18
1,0	40	2,0
1,5	40	1,0

**3.2.2.11 Faccia posteriore del cartello**

Successivamente alla verniciatura come da art. 35.2.2.9, devono essere chiaramente indicati: la dicitura "autostrade//per l'italia S.p.A."; il marchio della Ditta che ha fabbricato il segnale e l'anno di fabbricazione nonché il marchio dell'Organismo di certificazione e il relativo numero del certificato di conformità di prodotto rilasciato. L'insieme delle predette annotazioni non deve superare la superficie di 0,02 m<sup>2</sup>.

Per i segnali di prescrizione devono essere riportati inoltre, gli estremi dell'ordinanza di apposizione.

**3.2.3 Costruzione delle strutture****3.2.3.1 Norme progettuali di riferimento**

Per la progettazione di tutte le opere in cemento ed in metallo deve assumersi come riferimento l'apposita normativa in materia.

Nella costruzione di profilati di acciaio formati a freddo, si devono rispettare le prescrizioni e tolleranze previste dalle norme UNI relative ai prodotti impegnati.

### 3.2.3.2 Sostegni per cartelli

I sostegni devono essere in ferro tubolare qualità UNI EN 10025 - S235JR con le seguenti caratteristiche:

Diametro (mm)	Spessore minimo (mm)	Peso (Kg/ml)
48	2,5	2,79
60	3,2	4,19
90	4,0	8,39

Devono essere zincati a caldo per immersione, come da art. 35.2.3.10 delle presenti Norme; possono essere anche del tipo antirotazione o sagomati per l'ottenimento di uno sbalzo come indicato dai disegni tipo.

Ogni sostegno e controvento deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico e recherà al piede un'asola per l'alloggiamento dello spinotto di ancoraggio al basamento di fondazione. Non deve essere eseguita alcuna saldatura su sostegni e controventi già zincati.

Il tipo di sostegno, le dimensioni e la loro eventuale controventatura devono essere indicati nei disegni di Progetto, fermo restando la responsabilità dell'Appaltatore in merito alla resistenza degli impianti.

La bulloneria impiegata deve essere rispondente alla Norma UNI 3740 classe 8.8.

### 3.2.3.3 Portali e strutture in acciaio

I portali a cavalletto, a farfalla ed a bandiera devono essere realizzati con profilato tubolare in ferro qualità UNI EN 10025 - S275JR; esenti da difetti come bolle di fusione e scalfitture; tutti i collegamenti tra gli elementi prefabbricati devono essere realizzati mediante flange e devono essere riuniti in opera con bulloni.

Tutte le saldature necessarie per la realizzazione del traliccio devono essere esclusivamente del tipo a penetrazione e devono rispettare quanto previsto dalle norme UNI EN 1011-1.

La base del piedritto deve essere provvista di piastra per l'ancoraggio tra il traliccio metallico ed il basamento di fondazione la cui connessione deve essere effettuata con l'impiego di tirafondi, collegati tra di loro con una piastra, annegati nel plinto e completi di doppi dadi di contrasto.

Le piastre di collegamento tra il montante della struttura e quella di connessione con i tirafondi devono essere unite secondo le indicazioni di volta in volta indicate nel Progetto; il tipo di ferro impiegato deve essere della qualità EN 10025 – S275JR.

I tirafondi da annegare nel basamento in cls e da collegare con l'armatura devono essere in acciaio rispondenti alle prescrizioni della norma UNI EN ISO 3269.

L'acciaio in tondini per l'armatura dei plinti deve essere della qualità Fe B 44K.

L'altezza minima tra il limite inferiore dei cartelli ed il piano stradale deve essere di 5,20 m.

I portali devono essere zincati a caldo come previsto dall'art. 35.2.3.10 delle presenti Norme, così come i tirafondi e la contropiastra.

Le strutture verticali quali portali a cavalletto, a farfalla, a bandiera, ecc., devono essere realizzati secondo i disegni specifici esecutivi di Progetto.

Eventuali altre soluzioni progettuali devono essere approvate dalla Direzione Lavori.

#### **3.2.3.4 Strutture su pensiline**

I cartelli da posizionare al di sopra delle pensiline di stazione per segnalare le modalità di riscossione del pedaggio devono essere installati su apposite strutture le quali devono essere realizzate con ferro di qualità UNI EN 10025 - S235JR.

La bulloneria impiegata deve essere rispondente alla Norma UNI EN ISO 898-1.

Devono essere prodotti alla Direzione Lavori i calcoli statici e i disegni costruttivi di ogni singola struttura.

#### **3.2.3.5 Strutture per segnali su New Jersey**

I manufatti necessari per posizionare i segnali, fino ad una superficie di 0,810 m<sup>2</sup>, sulle barriere di sicurezza New Jersey devono essere realizzati con una sella in ferro, qualità UNI EN 10025 - S235JR, di 5 mm che si adatti alla conformazione della barriera.

Nella testa della sella deve essere praticato un foro nel quale deve essere collocato un tubolare di 200 mm, di 76 mm di diametro, di 4 mm di spessore, alla cui estremità inferiore deve essere saldata una piastra in ferro di 100x100 mm, spessore 3 mm.

Dopo aver inserito il bicchiere nel foro realizzato nella sella, devono essere eseguite due saldature perimetrali interna ed esterna. Tale bicchiere deve essere predisposto, inoltre, con due fori passanti che consentano l'inserimento di due bulloni M12, per il bloccaggio del sostegno col cartello, classe 8.8 tesati a 2.000 kg.

In ogni faccia laterale della sella deve essere eseguita un'asola di 40x24 mm per l'alloggiamento della barra filettata e due fori diametro 15 mm per l'eventuale posa di bulloni e relativi prigionieri metallici.

#### **3.2.3.6 New Jersey con foro verticale**

Alla piastra in ferro, di 100x100 mm saldata con la sella, deve essere saldato, nella parte inferiore un tubolare di 300 mm con diametro di 48 mm.

Il bicchiere di cui sopra e la sella, devono essere uniti tra di loro saldando due fazzoletti in acciaio triangolari, di 100x150 mm spessore 5 mm, applicati nel senso del massimo sforzo.

#### **3.2.3.7 New Jersey con foro orizzontale**

Il bloccaggio del manufatto alla barriera deve avvenire con una barra filettata M20 e due dadi autobloccanti, classe 8.8 tesata a 5.000 kg usufruendo del foro passante esistente.

### 3.2.3.8 New Jersey senza fori

Il bloccaggio del manufatto deve essere realizzato effettuando un foro passante al fine di poter inserire una barra filettata M20 e due dadi autobloccanti, classe 8.8 tesata a 5.000 kg.

### 3.2.3.9 Supporto per sostegni su barriera metallica

Il supporto per il bloccaggio del sostegno alla barriera metallica deve essere realizzato utilizzando una staffa in ferro, qualità UNI EN 10025-S235JR, composta da un collare normale o antirotazione che avvolge il palo, una piastra sagomata a C, spessore 5 mm, sulla quale devono essere saldate due barre filettate diametro 14 mm e bulloneria necessaria.

Per quei casi particolari e puntuali, dove i manufatti previsti nel presente Capitolato Speciale non sono applicabili, La Direzione Lavori deve determinare la tipologia di attacco più idonea.

L'installazione di segnali in galleria, consentita solo su sostegni a parete o in volta, deve utilizzare staffe in ferro, qualità UNI EN 10025-S235JR, idonee alla parte di manufatto sulla quale devono essere fissate.

### 3.2.3.10 Zincatura a caldo per immersione

Tutti gli elementi di materiale ferroso impiegati per i lavori previsti nel presente Capitolato Speciale devono essere zincati mediante immersione in zinco fuso (zincatura detta a caldo ed anche a fuoco) a scopo protettivo contro la corrosione.

Questa operazione deve essere eseguita con le modalità e le prescrizioni previste dalla norma C.N.R. - CEI n. 7-6 del Luglio 1968.

Lo zinco da impiegare nel bagno deve essere di qualità Zn 99,95 EN 1179/05.

I valori di zincatura prescritti dalla succitata norma sono riassunti nella tabella seguente; gli elementi ferrosi non riportati nella stessa devono essere zincati in base al rispettivo spessore.

Tipologia oggetto	Massa dello strato di zinco g/m <sup>2</sup>		Spessore dello strato di zinco μm	
	media sui campioni esaminati	minima su campione singolo	medio sui campioni esaminati	minimo su campione esaminato
A Traverse e morsetti Tubolari e staffe ø 60 e ø 90 Portali Profilato per delineatori in gallerie con marciapiede Tutti gli oggetti in acciaio aventi 3 mm o più di spessore, esclusi gli oggetti assimilabili alle classi C e D	600	550	86	78

Tipologia oggetto	Massa dello strato di zinco g/m <sup>2</sup>		Spessore dello strato di zinco μm	
	media sui campioni esaminati	minima su campione singolo	medio sui campioni esaminati	minimo su campione esaminato
<b>B</b> Tubolari ø 48 Delineatori su guardavia Paletti scambio carreggiata Tutti gli oggetti in acciaio aventi spessore minore a 3 mm, esclusi gli oggetti assimilabili alle classi C e D	400	350	57	50
<b>C</b> Ganci, perni, viti, dadi ed altri oggetti assimilabili, di diametro uguale o maggiore a 10 mm	400	350	57	50
<b>D</b> Ganci, perni, viti, dadi ed altri oggetti assimilabili, di diametro minore di 10 mm	300	250	43	36

I campioni prelevati dalla Direzione Lavori devono essere sottoposti alle prove previste dalla succitata norma CEI e più precisamente:

- determinazione della massa dello strato di zinco;
- qualità dello zinco;
- spessore dello strato di zinco;
- uniformità di spessore del rivestimento di zinco;
- aderenza dello strato di zinco.

### **3.2.4 Posa in opera**

#### **3.2.4.1 Caratteristiche generali**

##### Visibilità dei segnali

Al fine di garantire la perfetta visibilità, di giorno come di notte, in qualsiasi condizione, per ciascun segnale deve essere garantito uno spazio di avvistamento, tra il conducente ed il segnale stesso, libero da ostacoli.

Le misure minime del suddetto spazio di avvistamento sono indicate dettagliatamente dall'art. 39 del D. Lgs 30 aprile 1992, n° 285 (Nuovo Codice della Strada) nonché dall'art. 79 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada) così come modificato dal D.P.R. 16 settembre 1996 n° 610.

Per i segnali di indicazione tale distanza è di 250 m

##### Distanza dalla carreggiata

La distanza tra l'estremità del cartello, lato carreggiata, ed il margine della carreggiata stessa deve essere minima 0,50 m e massima 1,00 m; fanno eccezione tutti i cartelli dello

spartitraffico, quelli a sbalzo, quelli in prossimità delle gallerie, quelli in galleria, ecc., che devono essere di volta in volta esaminati dalla Direzione Lavori.

#### Altezza dalla pavimentazione

L'altezza tra il bordo inferiore del cartello e la pavimentazione deve essere minimo 1,20 m e massimo 1,50 m secondo un criterio di proporzione inversa rispetto alle dimensioni del cartello; fanno eccezione le targhe chilometriche, i cartelli per la numerazione dei cavalcavia, la cui altezza deve essere di 1,70 - 1,80 m e tutti gli altri cartelli in posizioni particolari la cui altezza sarà stabilita di volta in volta dalla Direzione Lavori.

L'altezza minima tra la pavimentazione ed il bordo inferiore del o dei cartelli, collocati al di sopra della carreggiata deve essere di 5,20 m.

In ogni caso sullo stesso itinerario deve essere rispettata un'altezza uniforme.

#### Installazione della segnaletica

L'installazione della segnaletica al lato della carreggiata deve essere eseguita in modo tale che il segnale abbia un'inclinazione rispetto al flusso del traffico di 93°.

I segnali, collocati al di sopra della carreggiata, devono essere installati in modo tale da avere un'inclinazione rispetto al piano perpendicolare di circa 3° verso il lato da cui proviene il traffico. Il giudizio dell'esattezza di tale posizione è riservato in modo insindacabile alla Direzione Lavori.

#### **3.2.4.2 Posa in opera degli impianti su terra**

Nella posa in opera di tubolari in ferro di sostegno su terra si deve realizzare un blocco di ancoraggio in calcestruzzo di cemento non inferiore alla classe Rck 20 MPa delle dimensioni minime di 0,50x0,50x0,70 m.

Nei casi in cui non si ritenga idonea, per la stabilità dell'impianto, la fondazione sopradescritta, l'Appaltatore deve opportunamente dimensionarla. Detti basamenti devono essere sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori con l'avvertenza che tale approvazione non esonera in alcun modo l'Appaltatore stesso dalle sue responsabilità in ordine alla resistenza degli impianti.

L'approvazione preliminare da parte della Direzione Lavori deve essere condizione determinante per la corresponsione di eventuali compensi.

Il controvento deve essere ancorato al sostegno secondo quanto indicato negli elaborati progettuali.

Ogni sostegno tubolare deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico e recherà un'asola per l'alloggiamento dello spinotto di ancoraggio al basamento di fondazione.

Il controvento deve essere ancorato al sostegno con una particolare staffa ad una distanza dal bordo superiore del cartello pari a un terzo dell'altezza complessiva del cartello stesso.

Il controvento deve avere un'inclinazione, rispetto al sostegno, di 30°.

Deve essere inoltre ripristinato, sia sullo spartitraffico che sulle scarpate o in qualunque altra situazione di continuità, il preesistente piano di posa.

### ***3.2.4.3 Posa in opera di portali, monopali e strutture in acciaio***

I portali devono essere posti in opera su basamenti di calcestruzzo armato, delle dimensioni come da Progetto, di classe non inferiore a Rck 25 MPa.

Le dimensioni e l'armatura in ferro di detti basamenti devono essere in linea con quanto disposto negli elaborati progettuali.

Le dimensioni e l'armatura in ferro di detti basamenti devono essere determinate dall'Appaltatore, tenendo presente che l'alloggiamento della struttura ai basamenti deve avvenire mediante flange e relativi tirafondi; devono essere prodotti alla Direzione dei Lavori i relativi calcoli.

Le parti costituenti il traliccio dovranno essere unite impiegando bulloneria rispondente alla norma UNI 3740-1 classe 8.8.

Tutte le unioni bullonate dovranno essere testate ai valori prescritti negli elaborati progettuali.

Nel caso di portali e monopali a bandiera si deve realizzare il basamento sulla scarpata laterale, cercando di evitare il posizionamento sulla cuspide.

La determinazione del peso delle strutture deve essere effettuata in pese pubbliche ed i certificati di pesa devono essere allegati al verbale di pesatura.

Non deve essere eseguita alcuna saldatura su strutture già zincate.

La piastra e i tirafondi con relativi dadi devono essere protetti dagli agenti atmosferici e corrosivi mediante l'applicazione di silicone.

Il tutto deve essere sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori; tale approvazione non esonera in alcun modo l'Appaltatore stesso dalle responsabilità in ordine alla resistenza degli impianti.

### ***3.2.4.4 Posa in opera di strutture per pensiline***

La struttura deve essere ancorata alla pensilina mediante staffe in acciaio opportunamente dimensionate, barre filettate o bulloni; le dimensioni e il numero per garantire il suddetto ancoraggio devono essere determinate dal progettista a seconda dei diversi tipi di pensilina utilizzati, producendo alla Direzione Lavori i relativi calcoli e disegni.

La determinazione del peso delle strutture deve essere effettuata in pese pubbliche ed i certificati di pesa devono essere allegati al verbale di pesatura.

Il tutto deve essere sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori; tale approvazione non esonera in alcun modo l'Appaltatore stesso dalle responsabilità in ordine alla resistenza degli impianti.

Sulle pensiline di vecchia costruzione si dovrà prestare particolare attenzione nell'installazione delle strutture, evitando di causare danni (infiltrazioni d'acqua, sfondamento delle coperture ecc.). Gli stessi, una volta accertata la responsabilità, verranno addebitati all'Appaltatore dei lavori.

### ***3.2.4.5 Posa in opera degli impianti al new Jersey con foro verticale***

Per tale installazione si deve adottare uno speciale manufatto in ferro calzante la testa del new jersey inserendo lo spezzone tubolare, di 0,30 m e diametro 48 mm, nel foro verticale esistente.

Il sostegno, diametro 60 mm, deve essere in ferro, deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico e deve avere nella parte inferiore due fori passanti.

Il sostegno deve essere inserito nel bicchiere, un tubolare in ferro diametro 76 mm preforato, e deve essere unito al manufatto mediante 2 bulloni M12 passanti. La testa del bicchiere deve essere sigillata con silicone o materiali simili, al fine di proteggere il manufatto da infiltrazioni d'acqua.

Il manufatto deve essere bloccato al New Jersey, usufruendo dei fori esistenti sulle facce laterali del manufatto stesso, mediante 2 bulloni con relativi prigionieri metallici ad espansione M12 x 100 che devono essere posizionati uno per faccia laterale.

#### ***3.2.4.6 Posa in opera degli impianti al new Jersey con foro orizzontale***

Si deve adottare uno speciale manufatto in ferro calzante la testa del new jersey in corrispondenza del foro orizzontale esistente. Il bloccaggio del manufatto alla barriera deve avvenire con una barra filettata M20 tesata a 5.000 kg e due dadi autobloccanti, classe 8.8, ***usufruendo del foro passante.***

La tipologia del sostegno, la posa in opera ed il serraggio tra il manufatto ed il sostegno deve essere effettuato come descritto nell'art 35.2.4.5.

Qualora per motivi particolari la Direzione Lavori lo ritenga opportuno, la stessa potrà ordinare la messa in opera di due o più bulloni con relativi prigionieri metallici ad espansione M12.

#### ***3.2.4.7 Posa in opera degli impianti al new Jersey senza fori***

Si deve adottare uno speciale manufatto in ferro calzante la testa del new jersey in corrispondenza del foro orizzontale che deve essere realizzato perpendicolarmente all'asse del new jersey stesso così da consentire la collocazione della barra filettata M20 tesata a 5.000 kg per il bloccaggio del manufatto alla barriera con due dadi autobloccanti, classe 8.8.

La tipologia del sostegno, la posa in opera ed il serraggio tra il manufatto ed il sostegno deve essere effettuato come descritto nell'art. 35.2.4.5.

Qualora per motivi particolari la Direzione Lavori lo ritenga opportuno, la stessa potrà ordinare la messa in opera di due o più bulloni con relativi prigionieri metallici ad espansione M12.

#### ***3.2.4.8***

#### ***3.2.4.9 Posa in opera degli impianti su paletti M100 o di sostegno del guardrail***

Il tubolare di sostegno in ferro, chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico, deve essere fissato al paletto M100 o a quello di sostegno del guardrail mediante due staffe in acciaio realizzate come da art. 35.2.3.9.

#### ***3.2.4.10***

#### ***3.2.4.11 Posa in opera degli impianti su punti particolari***

Nel caso in cui l'impianto deve essere installato in punti non previsti agli articoli precedenti, il manufatto di ancoraggio predisposto deve essere posizionato secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

### **3.2.4.12**      *Segnaletica antinebbia*

Nei tratti autostradali classificati ad alta frequenza di nebbia può essere installata una specifica segnaletica verticale didattica che ha il compito di fornire alla clientela in viaggio indicazioni sulla condotta di guida più consona all'intensità di nebbia presente.

Tale segnaletica deve essere composta da cinque tipologie di cartelli:

- Tipo A: indica l'inizio del tratto antinebbia;
- Tipo B: indica gli elementi caratterizzanti il tratto antinebbia;
- Tipo C: indica la velocità consigliata in caso sia visibile al cliente un unico delineatore o semiellisse;
- Tipo D: indica la velocità consigliata in caso siano visibili al cliente due delineatori o semiellissi;
- Tipo E: indica il termine del tratto antinebbia.

I suddetti cartelli devono essere installati lungo il tratto seguente le seguenti disposizioni:

- all'inizio del tratto devono essere installati i segnali di tipo A,B,C e D;
- ogni 5 km e dopo l'ingresso dalle stazioni autostradali devono essere installati i segnali B,C e D;
- la distanza tra i segnali deve essere di circa 200 m
- il termine del tratto deve essere identificato con il cartello di tipo E.

La grafica dei segnali di tipo B, C e D varia a seconda della tipologia della carreggiata, pertanto questa unitamente alle misure e al tipo di pellicola deve essere conforme a quanto previsto nel presente Capitolato Speciale.

### **3.2.4.13**      *Numerazione delle opere soprapassanti*

Per ogni opera soprapassante devono essere posizionati due impianti.

Questi devono essere collocati ad una distanza di circa 40/60 m prima e dopo l'asse del cavalcavia stesso.

Ogni impianto deve essere costituito da un sostegno o struttura al quale devono essere montati due cartelli (900x900 o 600x600 mm) con l'indicazione dell'autostrada e del numero progressivo dell'opera soprapassante.

La posa in opera degli impianti deve essere eseguita nello spartitraffico ed i segnali devono essere posizionati in modo tale che abbiano un'inclinazione rispetto al flusso del traffico di 93°.

Solamente dove non sia possibile l'installazione dei segnali, anche di formato ridotto, sul lato sinistro della carreggiata (es. muro a retta), questi devono essere collocati sul lato destro garantendo comunque una perfetta visibilità dei cartelli sia sulla sede autostradale che dal cavalcavia.

In presenza di autostrade con carreggiate a sedi separate o con larghezze di banchina centrale tali da non consentire una corretta visibilità e leggibilità del messaggio riportato sui segnali, si devono posizionare due impianti per ogni carreggiata.

In vicinanza di cavalcavia a ridosso di gallerie, gli impianti devono essere posizionati comunque all'esterno dei tunnel.

Quando due o più cavalcavia sono ad una distanza ridotta tra di loro (es. 40 m) gli impianti devono essere installati a distanze inferiori a quelle prescritte e comunque a non meno di 5 m dalla proiezione del cavalcavia stesso sulla carreggiata autostradale, al fine di garantire la leggibilità dei segnali dal cavalcavia.

L'altezza tra il bordo inferiore del cartello e la pavimentazione deve essere minimo 1,70 m e massimo 1,80 m. Fanno eccezione le targhe in posizioni particolari la cui altezza sarà stabilita di volta in volta dalla Direzione Lavori. In nessun caso il segnale deve essere posizionato in modo tale da superare in larghezza la sagoma della barriera di sicurezza.

Qualora nello spartitraffico sia presente la rete per impedire l'attraversamento della carreggiata, i segnali devono essere collocati al di sopra della rete stessa.

La numerazione delle opere soprapassanti deve avere origine dal primo caposaldo e deve essere progressiva.

L'Appaltatore è responsabile della resistenza degli impianti.

Le opere soprapassanti sono numerate sequenzialmente secondo la Direttiva del Ministero dei Lavori Pubblici n°1156 del 28 febbraio 1997.

#### **3.2.4.14      *Segnali di limite massimo di velocità in caso di nebbia***

I cartelli compositi di limite massimo di velocità in caso di nebbia devono essere installati sulle tratte soggette a tale fenomeno atmosferico e contenute nel Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici n. 335 del 16 febbraio 1993.

La composizione grafica di tali cartelli è contenuta nel citato D.M.

Le caratteristiche costruttive dovranno essere comunque conformi a quanto contenuto nel presente Capitolato Speciale.

#### **3.2.4.15      *Segnaletica di indicazione delle modalità di pagamento***

Le specifiche costruttive devono essere conformi a quanto contenuto nel presente Capitolato Speciale.

Le composizioni grafiche e le tipologie dei materiali da utilizzare sono contenute nell'elaborato tecnico VTP2005.

### **3.2.5 *Rettifiche e rimozione***

#### **3.2.5.1 *Rettifiche alla segnaletica***

L'Appaltatore si deve assumere la responsabilità della perfetta conservazione della segnaletica in opera accollandosi l'incarico di eseguire le eventuali correzioni, modifiche o aggiunte sui cartelli già in opera che possono essere ordinate dalla Direzione Lavori fino al giorno del collaudo.

Nel caso di piccole correzioni, l'Appaltatore deve provvedere sul posto alla modifica impiegando pellicole autoadesive.

Quando sia necessario operare in laboratorio dette correzioni, queste devono essere eseguite nel modo descritto all'art. 35.2.2.10.

Le sopraccitate modifiche devono essere compensate come da Elenco Prezzi.

Il giudizio sull'esattezza del posizionamento dei segnali deve essere riservato in modo insindacabile alla Direzione Lavori e rimane ad esclusivo carico e spesa dell'Appaltatore ogni operazione e fornitura relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

### **3.2.5.2 Rimozione della segnaletica**

Gli impianti segnaletici devono essere completamente rimossi dalla sede di posa. I materiali di risulta devono essere trasportati dall'Appaltatore nelle seguenti destinazioni di ricovero:

- Magazzini Autostrade per L'Italia S.p.A., per i profilati in ferro di qualsiasi forma e dimensione e per l'alluminio;
- Discarica autorizzata, per i basamenti di fondazione.

Deve essere, inoltre, ripristinato sullo spartitraffico, sulle scarpate o in qualunque altra situazione di continuità il preesistente piano di posa.

### **3.2.6 Indicazioni progettuali specifiche**

#### **3.2.6.1 Segnali Ponte e Galleria**

Le targhe indicanti i viadotti sono previste solo se la lunghezza del manufatto è  $\geq$  a 50 m. (fig. II 317 art. 135 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495).

Le targhe indicanti le gallerie sono sempre previste indipendentemente dalla lunghezza del manufatto. (fig. II 316 art. 135 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495).

#### **3.2.6.2 Itinerari internazionali**

Gli itinerari internazionali (fig. II 256 art. 129 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495) devono essere indicati con le modalità di seguito indicate:

##### Lungo il tratto autostradale

- 1) sul preavviso di bivio, alla sinistra del capostrada o caposaldo. Qualora la lunghezza del toponimo sia tale da rendere problematico l'inserimento della fig. II art. 129 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495, quest'ultima deve essere impaginata sotto il toponimo, allineata a sinistra sul pannello di sinistra del portale alla sinistra del capostrada o caposaldo;
- 2) nel caso che un tratto autostradale faccia parte di due o più "itinerari internazionali" le indicazioni di prosecuzione sui preavvisi di bivio e sui portali devono essere integrate con le due o più sigle fino al loro punto di divergenza;
- 3) quando due autostrade si intersecano direttamente o tramite un'altra autostrada, sulla autostrada A deve essere data l'indicazione dell'autostrada B e si deve indicare l'itinerario di inizio dell'autostrada B.

##### In corrispondenza delle uscite autostradali

- 1) se l'itinerario internazionale esce dall'autostrada e prosegue sulla strada di intersezione:

- sul preavviso di bivio, inserito nel tratto orizzontale della freccia a destra, prima del nome della stazione o dello svincolo;
  - sul pannello di destra del portale, alla sinistra del nome della stazione o dello svincolo;
  - sul preavviso di bivio e sulle frecce di cuspidi relativi all'intersezione esterna;
- 2) se l'itinerario è indicato solamente sui cartelli degli itinerari esterni, il segnale di indicazione degli itinerari internazionali deve essere riportato solo sulle frecce di cuspidi relative all'intersezione esterna.

#### In corrispondenza delle entrate autostradali

- 1) nel preavviso di bivio, sulla viabilità esterna, a sinistra dell'indicazione del tratto autostradale che si andrà a percorrere;
- 2) sulle frecce di indicazione in cuspidi;
- 3) sul preavviso di bivio posto subito dopo le stazioni autostradali, in entrata. Nel caso in cui non sia possibile installare tale cartello:
  - se l'itinerario internazionale è unico, per le due direzioni, non deve essere indicato su nessun cartello;
  - se l'itinerario internazionale è più di uno, questi saranno indicati nei segnali di direzione posti in cuspidi in entrata subito dopo la stazione.

#### **3.2.6.3 Segnali retro-illuminati in galleria**

A discrezione della Direzione Lavori all'interno delle gallerie possono essere installati, in alternativa alla normale segnaletica rifrangente, dei segnali retroilluminati (illuminati per trasparenza) sia per le eventuali prescrizioni/indicazioni di codice che per segnalare dotazioni di emergenza, colonnine SOS, vie di fuga o localizzazione luoghi sicuri.

Tutta la segnaletica utilizzata dovrà essere conforme alle caratteristiche costruttive e prestazionali previste dalla norma UNI 12899-1 del gennaio 2003 e a quanto contenuto negli articoli 156 e 157 del Regolamento di Esecuzione e Attuazione del Codice della Strada.

Qualora il segnale illuminato per trasparenza sia in avaria, lo stesso deve mantenere le sue caratteristiche colorimetriche e di rifrangenza.

#### **3.2.6.4 Segnali per vie di fuga e luoghi sicuri in galleria**

I segnali all'interno delle gallerie utilizzati per segnalare le vie di fuga o i luoghi sicuri dovranno essere conformi a quanto contenuto nel D.Leg. n°264 del 5 ottobre 2006 di attuazione della Direttiva Europea 2004/54/CE del 29 aprile 2004.

#### **3.2.7 Certificazioni e prove**

I materiali da impiegare nelle lavorazioni devono essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione, in conformità della Circolare del LL.PP. n. 2357 del 16/05/1996 e successive modificazioni.

La qualità dei materiali deve essere comunque verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà necessario ed in qualsiasi fase della produzione e/o realizzazione dei lavori.

Le unioni bullonate, compresi i tirafondi di fondazione, devono essere sottoposte all'atto della posa in opera, dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore, a verifica con chiave dinamometrica, tarata e dotata di bussole intercambiabili, dei valori della coppia di serraggio previsti in Progetto, sulla base delle indicazioni riportate nella norma CNR UNI 10011/88.

Per ogni giunto devono essere verificati da quattro a sei bulloni e deve essere redatto il relativo verbale di constatazione.

Per le unioni saldate si dovrà produrre le certificazioni, rilasciate da Istituti o Laboratori di certificazione riconosciuti legalmente, le quali attestino che tutte le saldature relative a tutte le unioni di forza ed il 20% delle saldature di dettaglio di ogni singola struttura o portale, sono state sottoposte a controllo manuale mediante ultrasuoni nel rispetto della norma UNI EN 1714/05.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina o nei laboratori e di prelevare in qualsiasi momento, senza preavviso ed anche dopo la fornitura in opera, campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli alle analisi e prove che riterrà opportuno eseguire presso noti Istituti specializzati, autorizzati e competenti, allo scopo di rendere soddisfatte tutte le prescrizioni richiamate nel presente Capitolato Speciale.

I prelievi di materiale devono avvenire in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore e deve essere redatto il relativo verbale di prelievo.

Le campionature relative alla zincatura possono essere inviate dalla Direzione Lavori ad un laboratorio di fiducia per essere sottoposte alle analisi di controllo.

Le relative spese per sottoporre ad analisi e prove i vari campioni, comprese quelle di prelievo e di spedizione prima e dopo la verifica verranno addebitate al fornitore.

### **3.2.8 Penali**

Qualora i risultati delle certificazioni, relativi alla qualità dei materiali ed alla realizzazione dei manufatti e/o i risultati delle prove predisposte dalla Direzione Lavori, non fossero rispondenti al presente Capitolato Speciale, dovranno essere applicati i seguenti provvedimenti.

#### **3.2.8.1 Forme e dimensioni dei segnali**

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Appaltatore tutti i segnali realizzati con forme e dimensioni diverse da quelle previste dalle norme citate in Premessa ed a quanto esposto dettagliatamente nei disegni di Progetto.

#### **3.2.8.2 Qualità dell'acciaio**

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Appaltatore tutti i materiali e/o strutture sia forniti che posti in opera, realizzati con qualità di acciaio diverse da quelle richieste.

#### **3.2.8.3 Bulloneria**

Dovrà essere sostituita a cura e spese dell'Appaltatore tutta la bulloneria sia fornite che posta in opera, se non rispondente alla norma UNI EN 20898 classe 8.8.

**3.2.8.4 Unioni saldate**

Dovranno essere sostituite a cura e spese dell'Appaltatore tutte le strutture, sia fornite che poste in opera, realizzate con saldature non conformi a quanto previsto nel presente Capitolato Speciale.

**3.2.8.5 Zincatura**

Dovranno essere applicate le penali sotto elencate sull'importo totale relativo alla fornitura della tipologia dei materiali ferrosi, presi in esame, se gli stessi presenteranno uno spessore di zinco inferiore a quanto previsto al precedente specifico punto.

Tipo	Variazione percentuale di quantità o qualità di protezione anticorrosiva in meno, rispetto al richiesto	Sanzione percentuale da applicarsi sul prezzo/i relativo all'opera non a norma
A	Fino al 10%	5%
B	Dal 10% al 20%	10%
C	Oltre il 20%	Sostituzione completa dei materiali

**3.2.8.6 Alluminio**

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Appaltatore tutti i segnali realizzati con lamiere di alluminio non rispondenti a quanto previsto nel presente Capitolato Speciale.

**3.2.8.7 Pellicole retro-riflettenti**

Tutti i segnali realizzati con pellicole risultate non rispondenti a quanto previsto dalle Norme in vigore dovranno essere sostituite a cura e spese dell'Appaltatore.

**3.2.8.8 Posa in opera**

Tutti i basamenti realizzati con dimensioni inferiori rispetto a quelli riportati negli elaborati progettuali dovranno essere rimossi e nuovamente realizzati a cura e spese dell'Appaltatore; potranno anche essere adeguati secondo le direttive indicate dalla Direzione Lavori.

Dovranno essere ad esclusivo carico e spesa dell'Appaltatore ogni operazione e fornitura relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

**3.2.9 Garanzie di durata**

L'Appaltatore deve comunque garantire quanto segue:

- a) le pellicole, applicate secondo le tecniche prescritte dal fabbricante e dalle presenti Norme, non dovranno presentare, per almeno 7 anni, per quelle non retro-riflettenti e retro-riflettenti di classe 1, 10 anni per quelle retro-riflettenti di classe 2, 2-mp, 2s-mp e 2s-mp-a, di esposizione all'esterno, alcuna decolorazione, (restando nelle coordinate dei limiti cromatici di cui alla tabella I del Decreto Ministeriale del 31 marzo 1995 n. 1584) nessuna fessurazione, corrugamento, formazione di scaglie o bolle, cambio di dimensioni, segni di corrosione, distacco dal supporto o diminuzione dell'adesione;
- b) i supporti, le traverse, le staffe, i sostegni e tutti i materiali metallici che compongono l'impianto segnaletico, per almeno 10 anni di esposizione all'esterno, non dovranno presentare alcuna forma di ossidazione, nemmeno in piccole quantità;

- c) la posa in opera deve essere eseguita a perfetta regola d'arte e l'impianto segnaletico dovrà resistere al vento spirante a 150 km/h e non presentare per almeno 10 anni alcuna anomalia (distacco anche parziale di traverse, bulloni tranciati, staffe lente, ecc.).

### **3.2.10 Norme per la misurazione e valutazione dei lavori**

Le quantità dei lavori devono essere determinate con metodi geometrici in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

In nessun caso devono essere tollerate dimensioni minori di quelle ordinate e l'Appaltatore deve essere chiamato ad eseguire il rifacimento a sua cura e spese.

Le misure devono essere prese in contraddittorio, via via che si procede all'esecuzione delle opere, e devono essere riportate su apposito libretto che deve essere firmato dagli incaricati della Direzione Lavori e dell'Appaltatore. Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di liquidazione finale dei lavori.

Le norme da seguire nella misurazione e valutazione dei lavori devono essere:

- 1) l'area dei pannelli di qualsiasi forma e consistenza deve essere misurata rilevando la superficie netta della faccia anteriore dei pannelli stessi, non tenendo conto dei risvolti costituenti l'eventuale scollatura;
- 2) qualora lo spessore della lamiera fosse inferiore a quello stabilito nel Capitolato Speciale, la Direzione Lavori deve valutare caso per caso se deve provvedere alla contabilizzazione del pannello applicando il prezzo di elenco relativo allo spessore immediatamente inferiore oppure applicare le disposizioni dell'art. 35.2.8.1. Resta inteso che l'accertamento dello spessore del pannello deve essere eseguito al netto di pellicole;
- 3) i metalli lavorati e sagomati per l'intelaiatura dei pannelli devono essere valutati a peso e dati in opera completi di ogni onere per il fissaggio e l'irrigidimento;
- 4) i pali devono essere valutati a peso, dati a piè d'opera;
- 5) qualora per esigenze particolari si rende necessario effettuare aggiunte o modifiche di fondi, scritte o simboli su cartelli già realizzati, la misurazione dell'area dei fondi deve essere effettuata per la superficie effettiva. La misurazione dell'area delle pellicole per lettere, simboli, marchi ecc. deve essere effettuata misurando la superficie del parallelogramma ortogonale che circonda ogni singola lettera o figura valutandola ai singoli prezzi di elenco.

## **3.3 Capo II – Delineatori**

### **3.3.1 Delineatori stradali**

I delineatori stradali fanno parte del gruppo dei "Segnali Complementari".

Per delineatori complementari si intendono, ai sensi dell'articolo 42, comma 1 del Codice della Strada, quei dispositivi e mezzi segnaletici destinati ad evidenziare o rendere noto:

- il tracciato stradale;
- particolari curve e punti critici;
- ostacoli posti sulla carreggiata o ad essa adiacenti.

I segnali complementari si suddividono in:

- 1) delineatori normali di margine;
- 2) delineatori speciali;
- 3) mezzi e dispositivi per segnalare gli ostacoli;
- 4) isole di traffico.

### **3.3.1.1 Delineatori normali di margine**

Le caratteristiche dei delineatori normali di margine sono prescritte dall'art. 173 del Regolamento di Esecuzione e di Attuazione del Nuovo Codice della Strada.

Impiegati lungo le autostrade, ne indicano i margini visualizzando a distanza le carreggiate.

Lungo le carreggiate autostradali e sui rami di svincolo monodirezionali i delineatori in sinistra dovranno avere due elementi rifrangenti di colore giallo della superficie minima rifrangente di 30 cm<sup>2</sup> e quelli in destra uno della superficie minima rifrangente di 60 cm<sup>2</sup>.

Sui rami di svincolo bidirezionali i delineatori in sinistra, rispetto alla corrente di traffico dovranno avere un elemento rifrangente di colore bianco e in destra un elemento rifrangente di colore rosso; entrambi dovranno avere una superficie minima rifrangente di 30 cm<sup>2</sup>.

Le caratteristiche fisiche e chimiche dei materiali da usare per la costruzione dei delineatori normali, le dimensioni e le forme degli stessi, nonché i requisiti fotometrici e colorimetrici degli elementi rifrangenti sono stabiliti con apposito disciplinare tecnico approvato con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica.

I delineatori sono costituiti da paletti di colore bianco con fascia nera alta 25 cm, posta nella parte superiore, nella quale devono essere inseriti elementi rifrangenti volti verso le correnti di traffico interessate.

Il paletto del delineatore deve essere a sezione trapezoidale con spigoli arrotondati che devono potersi iscrivere in un rettangolo di 10x12 cm, con lato minore parallelo all'asse stradale.

Devono essere costruiti mediante soffiaggio, in appositi stampi, di una candela continua di polietilene ad alta densità e della migliore qualità, arricchito di aditivi antinvecchiamento. La parte superiore di colore nero dovrà essere incorporata nel segnalimito in fase di stampaggio, escludendosi operazioni di verniciatura o incastro a pressione.

Il materiale utilizzato deve essere sufficientemente elastico ed avere un'elevata resistenza strutturale.

I paletti dei delineatori devono portare impresso l'anno di fabbricazione ed il marchio della ditta produttrice. La stabilità alle escursioni termiche deve essere garantita per una temperatura minima di -15 °C ed una massima di +80 °C.

Il polimero deve presentare valori compresi nei seguenti limiti:

- 5) purezza del polietilene ad alta densità (trattamento all'ebollizione con tricloroetilene) – il polietilene è puro se assorbe meno del 35% di tricloroetilene e cede al tricloroetilene meno del 4% del suo peso;
- 6) indice di fluidità(meltindex): 0,2 – 0,4;
- 7) densità: 0,95;

- 8) carico di rottura: prima dell'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti in un apparecchio "Weather o meter", deve essere di 220 kg/cm<sup>2</sup>; dopo l'esposizione deve essere almeno 85% del valore iniziale;
- 9) resistenza all'urto: prima dell'esposizione ai raggi ultravioletti, la resistenza all'urto deve raggiungere un minimo di 9 kg/cm<sup>2</sup>; dopo l'irradiazione la resistenza deve raggiungere almeno l'80% del valore ottenuto prima dell'esposizione;
- 10) la resistenza agli agenti chimici è testata con i sotto elencati agenti aggressivi:
  - cloruro di sodio al 20%;
  - cloruro di calcio al 20%
  - idrossido di ammonio al 10%
  - acido cloridrico al 10%
  - acido solforico al 10%
  - olio minerale
  - benzina

L'accertamento di eventuali modificazioni occorse al paletto segnalimite in esame dovrà essere effettuata mediante pesatura dello stesso prima e dopo l'immersione nelle soluzioni di cui sopra.

Nel delineatore di destra, l'elemento rifrangente deve essere di colore giallo, di forma rettangolare e della superficie rifrangente minima di 60 cm<sup>2</sup>; nel delineatore di sinistra i due elementi rifrangenti, posti verticalmente l'uno rispetto all'altro, devono essere di colore giallo, di forma rettangolare e ciascuno, con una superficie rifrangente minima di 30 cm<sup>2</sup>, ad una distanza fra loro pari al doppio dell'altezza di ciascun dispositivo, con una tolleranza in più del 10%.

Sia i catadiottri di destra che quelli di sinistra, corrispondenti, devono avere le stesse dimensioni e caratteristiche, con la base maggiore parallela alla pavimentazione stradale.

Gli elementi rifrangenti devono essere realizzati in metacrilato di metile di colore giallo.

I catadiottri, per essere regolari, devono seguire le seguenti norme:

- Devono essere omologati dal Ministero dei Trasporti Dipartimento dei Trasporti Terrestri e devono riportare impresso il numero dell'omologazione e il nome del fabbricante;
- devono essere rettangolari con superficie minima rifrangente di 60 cm<sup>2</sup> e il valore minimo di intensità luminosa dovrà essere di 20 m.c.d./lux cm<sup>2</sup>, rilevato a 20° di incidenza e 20° di divergenza;
- devono presentarsi inalterati dopo la prova di resistenza all'esposizione per invecchiamento ai raggi ultravioletti e infrarossi (durata della prova 72 h, lampada OSRAM ULTRA LIGHT da 1000 W, temperatura massima 65°C ± 1);
- devono presentare una perfetta tenuta stagna nella prova di immersione in acqua (durata della prova 24 h, temperatura 20°C ± 1).

Devono inoltre essere collocati come stabilito dall'art. 173 del Regolamento di Esecuzione e Attuazione del Nuovo Codice della Strada: al limite esterno della banchina e comunque a non meno di 50 cm dal bordo esterno della carreggiata.

I delineatori devono essere infissi nel terreno per una profondità di 30 cm, curando sia la verticalità e l'allineamento del paletto stesso che l'angolarità del o dei catadiottri.

Il terreno intorno al paletto va compattato.

I delineatori posizionati su cordoli o cunette in calcestruzzo devono essere infissi in un foro sagomato praticato nel calcestruzzo stesso.

L'altezza fuori terra deve essere compresa fra 70 e 110 cm e comunque omogenea con gli altri delineatori adiacenti.

L'altezza tra il bordo inferiore del catadiottri e la pavimentazione stradale deve essere quella figurante nei disegni, curando scrupolosamente che tali altezze restino costanti lungo la medesima tratta anche quando si passa da un tipo all'altro di delineatore.

Su tratte omogenee l'installazione dei delineatori deve essere continuativa, evitando installazioni saltuarie e usando lo stesso tipo di delineatore. Deve essere adottata la spaziatura minima prevista all'art. 173 comma 4 del suddetto Regolamento. In curva i delineatori vanno infittiti con criterio differenziale in relazione al raggio di curvatura.

Nel caso della sostituzione di delineatori in quelle autostrade ove vigono norme diverse dalle presenti, occorrerà effettuare l'installazione per tratte significative, conformi alle prescrizioni del suddetto art. 173 comma 4.

Qualora si presenti la necessità di installare delineatori su manufatti diversi da quelli di seguito elencati dovranno essere studiati i nuovi tipi di supporti e di attacchi, fermo restando i principi basilari prescritti dalle presenti norme.

L'Appaltatore dovrà presentare campioni di ogni tipo di delineatore i quali saranno esaminati dalla Direzione Lavori.

Eventuali proposte di nuove soluzioni presentate saranno prese in considerazione, esaminate e se idonee accettate; comunque, gli elementi rifrangenti devono essere fissati al supporto metallico mediante attacchi a baionetta o simili e comunque mai incollati.

Nel caso di delineatori su barriere di sicurezza tipo New Jersey, questi devono avere le seguenti caratteristiche:

- i supporti devono essere realizzati in alluminio di spessore 20/10 mm;
- i catadiottri, sia quelli di sinistra che quelli di destra, devono aver dimensioni che garantiscano una superficie minima rifrangente di 10x6 cm.

Nel caso di posizionamento su New Jersey monofilari, i delineatori devono essere installati utilizzando i fori esistenti nel manufatto, con tassello ad espansione:

- Detto tassello, sotto l'azione di una vite a brucola di 6 mm, dilatandosi deve esercitare sulla parete del foro una pressione tale da ostacolarne la fuoriuscita.

Nel caso di New Jersey bifilari e laterali, i delineatori devono essere installati mediante l'impiego di n. 2 tasselli con vite a chiodo:

- Dette viti devono essere zincate galvanicamente e passivate e devono avere una lunghezza minima di 35 mm con il foro di diametro 6 mm.

Nel caso di barriere metalliche, i delineatori devono avere le seguenti caratteristiche:

- I supporti devono essere realizzati in lamiera di ferro nello spessore rappresentato nei disegni tipo e zincato a caldo secondo quanto previsto nelle norme CEI 7.6 del luglio 1968.

- Nella realizzazione dei supporti si deve tenere conto della diversa inclinazione delle lame nei vari tipi di guard-rail esistenti sulla rete autostradale da cui scaturisce una diversa angolazione dell'asta di supporto dei catadiottri rispetto all'onda stessa; questa per mantenere costante la verticalità del dispositivo.
- i catadiottri, sia quelli di sinistra che quelli di destra, devono aver dimensioni che garantiscano una superficie minima di 10x6 cm
- Devono essere posizionati sulla parte superiore del nastro con sistemi di attacco tali da non interessare in alcun modo la bulloneria necessaria per l'unione tra le barriere e quella tra le barriere e i montanti.
- Il metodo di attacco deve essere del tipo indicato negli elaborati progettuali, formato da piastra di acciaio sagomata e collegata al supporto tramite una vite a brucola del diametro di 6 mm, anche essi zincati come sopra.

Nel caso di muri di controripa, i delineatori devono avere le seguenti caratteristiche:

- I supporti devono essere realizzati in alluminio spessore 20/10 mm.
- I catadiottri devono avere una superficie riflettente di 15x10 cm.
- Per mantenere il lato maggiore del catadiottro orizzontale occorre determinare l'inclinazione del muro stesso e conseguentemente la piegatura da dare al supporto.

Nel caso di cordoli, muretti ed elementi prefabbricati di varie altezze devono essere realizzati delineatori con supporti tali da mantenere orizzontalità e altezza costante:

- Il fissaggio di detti delineatori deve esser eseguito come quello indicato per i New Jersey.

### **3.3.1.2 Delineatori speciali**

Per delineatori speciali si intendono, secondo l'art. 174 del Regolamento di Esecuzione e Attuazione del Nuovo Codice della Strada, quei delineatori utilizzati come dispositivi permanenti tra cui:

- delineatori in galleria
- delineatori modulari di curva

I delineatori in galleria devono avere le caratteristiche previste dalle presenti norme e di seguito elencate.

I catadiottri, sia quello di destra che quelli di sinistra, devono avere le dimensioni della superficie rifrangente di 15x10 cm.

In sinistra oltre ai due catadiottri posti nel senso di marcia, il delineatore ne deve avere un terzo sul retro, con uguali caratteristiche e dimensioni, ma di colore rosso.

In destra oltre al catadiottro posto nel senso di marcia, il delineatore deve avere sul retro un altro catadiottro con uguali caratteristiche e dimensioni ma di colore bianco.

In relazione alle diverse situazioni devono essere adottate le seguenti tipologie di delineatori:

#### **a) Gallerie con guard-rail**

- i delineatori devono avere caratteristiche uguali a quelli previsti per i guard-rail a cielo aperto, ma di dimensioni maggiorate, sia nel supporto che nell'attacco e devono essere installati sulla parte superiore della lama;

**b) Gallerie senza marciapiede e senza guard-rail**

- i delineatori devono avere i supporti in alluminio 30/10 mm in sinistra e 25/10 mm in destra e devono essere installati sui piedritti delle gallerie mediante l'impiego di n. 3 tasselli con vite a chiodo. Dette viti devono essere uguali a quelle utilizzate per delineatori su New Jersey. Per rispettare la condizione di parallelismo bisogna sagomare opportunamente i supporti secondo l'inclinazione del piedritto stesso;

**c) Gallerie con marciapiede**

- i delineatori devono avere il supporto in profilato di ferro, spesso 4 mm, avente alla base una piastra in ferro saldata di 10x15 cm, spessore 3 mm, zincata a caldo con quattro fori;
- in detto supporto deve essere fissato un pannello in alluminio 30/10 mm per quelli in sinistra e 25/10 mm per quelli in destra, sui quali devono essere fissati i catadiottri necessari;
- il montaggio del delineatore al marciapiede deve essere ottenuto mediante n. 2 bulloni e prigionieri metallici ad espansione.

Va tenuto presente che, alla luce di quanto contenuto nell'art. 174 del Regolamento, in galleria la spaziatura longitudinale deve essere di 15 metri salvo il tratto di imbocco, della galleria stessa, in cui il distanziamento sarà di 8 metri, per i primi 10 elementi; per curve con raggio inferiore a 500 metri ad una distanza di 7,5 metri.

I delineatori modulari di curva sono regolamentati dall'art. 174 comma e) del Regolamento.

Devono essere impiegati nei casi in cui la percezione dello sviluppo della curva risulti poco agevole; la stessa deve essere quindi segnalata con una serie variabile di pannelli, denominati pannelli modulari di curva Fig. II 468 del Regolamento di Esecuzione e Attuazione del Nuovo Codice della Strada, delle dimensioni di 90x90 cm. In condizioni particolari - svincoli, rampe, ecc., qualora gli spazi non siano sufficienti per l'installazione del formato normale, sarà possibile utilizzare il formato ridotto 60x60 cm.

Tali pannelli devono essere realizzati in alluminio 25/10 mm, la faccia anteriore ricoperta da pellicola nera non retro-riflettente e il disegno a punta di freccia realizzato con pellicola bianca retro-riflettente di classe 2 superiore.

I pannelli devono essere distanziati di circa 15 metri ed essere installati nello spartitraffico, o sul bordo laterale della carreggiata, lungo tutto lo sviluppo della curva tra i due punti di tangenza con i rettifili collegati alla curva stessa.

Il punto di inizio e quello di fine dei pannelli potrà essere anticipato o prolungato qualora se ne ravveda la necessità.

Infine, nelle autostrade con tracciato per clotoide e curve circolari, il punto di inizio e fine deve corrispondere con l'inizio e la fine delle clotoidi.

**3.3.1.3 Penali**

La Direzione Lavori ha la facoltà di prelevare, in qualunque momento, dei campioni per sottoporli alle prove tecniche previste dalle presenti Norme.

I delineatori dovranno essere tutti sostituiti, a cure e spese dell'Appaltatore, qualora i catadiottri non dovessero rispondere alle prescrizioni delle caratteristiche richieste al punto

11.1.4, riguardo ai delineatori normali di margine, a quanto indicato per i delineatori speciali, e alle installazioni su manufatti diversi.

Dovrà invece essere applicata una penale pari al 5% dell'importo totale relativo alla fornitura se i catadiottri dovessero presentare alterazioni dopo la prova indicata al punto 3 del suddetto articolo mentre, dovranno essere sostituiti tutti quei catadiottri che dovessero presentare opacità per effetto della scarsa tenuta stagna.

Dovranno essere sostituiti a totale cura e spese dell'Appaltatore tutti i paletti che non dovessero rispondere alle caratteristiche indicate dall'art. 35.3.1.2 delle presenti Norme.

Per i supporti dei delineatori realizzati in acciaio zincato, dovranno essere applicate le penali indicate nell'art. 35.2.8.

### **3.4 Capo III – Segnaletica orizzontale**

#### **3.4.1 Segnaletica orizzontale**

##### **3.4.1.1 Premessa**

La segnaletica orizzontale da utilizzare come guida ottica presente sul tracciato autostradale ed impiegante materiali con formulazioni e tipologie applicative diverse, deve rispondere a precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione del suo posizionamento.

La classificazione per livelli applicativi indirizza all'uso preciso di materiali da utilizzare per segnaletica orizzontale le cui proprietà rispondono a differenti standard di sicurezza.

Pertanto l'impiego di un materiale viene individuato in base a determinate condizioni: nebbia, pioggia, neve, galleria, andamento planoaltimetrico del tracciato presenti nella zona in cui si deve operare.

L'Appaltatore, prima e durante i lavori, deve essere in grado di operare conoscendo i supporti su cui intervenire, i materiali da utilizzare e i macchinari con cui effettuare la messa in opera secondo quanto riportato nella Norma UNI 11154:2006.

Qualsiasi tipo di segnaletica orizzontale da realizzare deve essere conforme a quanto stabilito dal nuovo Codice della Strada Direzione Lavori n° 285 del 30/04/1992, dal Regolamento d'esecuzione e d'attuazione del nuovo codice della strada D.P.R. n° 495 del 16/12/92, così come modificato dal D.P.R. 16 Settembre 1996 n° 610 e dai disegni esecutivi di Progetto.

##### **3.4.1.2 Classificazione dei materiali per segnaletica orizzontale**

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati nel seguente modo:

###### Pitture:

Possono essere di due tipi:

- 1) idropitture con microsfere di vetro postspruzzate(\*);

La idropittura è un prodotto verniciante liquido costituito da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.

- 2) pitture a freddo con microsfere di vetro postspruzzate(\*);

La pittura a freddo è un prodotto verniciante liquido costituito da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi; il tutto disperso in diluenti e solventi idonei.

Termoplastico con microsferi di vetro premiscelate e postspruzzate(\*):

Il materiale termoplastico è un prodotto verniciante costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsferi di vetro premiscelate, privo di solvente e fornito in uno o più componenti applicati con attrezzature appropriate.

Laminati elastoplastici (nastro stradale elastoplastico preformato)

I nastri stradali elastoplastici preformati:

- 3) per applicazioni provvisorie;
- 4) per applicazioni poco sollecitate;
- 5) per applicazioni altamente sollecitate

(\*)Le microsferi di vetro impiegate per la postspruzzatura devono essere marcate “CE” come definito dalla norma UNI EN1423:2004.

### **3.4.1.3 Trattati antinebbia**

Sui tratti autostradali individuati come “antinebbia” la linea di margine destro può avere le seguenti caratteristiche:

- lo spessore della striscia con elementi a rilievo non deve essere maggiore di 6 mm, così come descritto all’art. 141 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada D.P.R. 16.12.1992 n.495.
- la forma, dimensioni e frequenza del rilievo deve essere come indicato nei disegni di Progetto.

### **3.4.1.4 Caratteristiche dei materiali**

Vengono di seguito definiti i requisiti, in base a quanto previsto dalla normativa UNI EN 1436:2004, ai quali tutti i prodotti, impiegati nei lavori di segnaletica orizzontale, devono ottemperare per tutta la loro vita utile.

Valori prestazionali minori a quelli richiesti sono da considerare insufficienti a garantire il mantenimento degli standard di sicurezza previsti.

La segnaletica orizzontale deve essere efficiente subito dopo la posa in opera.

Gli standard prestazionali richiesti sono:

- Colore
- Retroriflessione (Visibilità notturna)
- Resistenza allo slittamento SRT Skid Resistance Tester (resistenza al derapaggio)
- Tempo di essiccazione

Il colore dei prodotti di segnaletica orizzontale è la sensazione cromatica percepita dall'osservatore; viene definito mediante le coordinate di cromaticità riferite al diagramma colorimetrico standard CIE (ISO/CIE 10526 – 1991).

I colori dei prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c devono rientrare, per tutta la loro vita funzionale, all'interno delle zone determinate dalle coordinate cromatiche, rilevate secondo le metodologie di cui ai successivi articoli e riportate nella tabella seguente:

Punti d'angolo delle regioni cromatiche per i colori bianco e giallo misurati con illuminante standard D65 (ISO/CIE 10526).

Colore	Vertici				
		1	2	3	4
Bianco (materiali tipo a,b,c)	x	0.355	0,305	0.285	0.335
	y	0.355	0.305	0.325	0.375
Giallo (classe Y2) (materiali tipo a,b,c)	x	0.494	0.545	0.465	0.427
	y	0.427	0.455	0.535	0.483
Blù <sup>(*)</sup>	x	0.078	.0,150	.0,210	0.137
	y	0.171	.0,220	.0,160	0.038
Geometria di lettura: 45°/0°, illuminazione a (45°±5°) e misura a (0°±1°)					
Nota: per il giallo la classe Y2 è intesa per segnaletica provvisoria (cantieri di lunga durata)					
(*) valori definiti secondo il diagramma colorimetrico standard CIE (ISO/CIE 10526 – 1991)					

La retroriflessione della segnaletica orizzontale è determinata dall'illuminazione artificiale della segnaletica stessa e viene definita dal valore del coefficiente di luminosità retroriflessa.

Il valore minimo del coefficiente di luminosità retroriflessa (RL) in condizioni di superficie stradale asciutta, rilevato secondo la metodologia di cui ai successivi articoli, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c e per tutta la loro vita utile di:

Tipo di materiale e colore		Valore minimo R <sub>L</sub> (mcd·m <sup>-2</sup> ·lx <sup>-1</sup> )
a,b	Bianco	150
a,b(classe Y2)	Giallo	150
c	Bianco	300
c (classe Y2)	Giallo	150
Nota: per il giallo la classe Y2 è intesa per segnaletica provvisoria ( <b>cantieri di lunga durata</b> )		

La segnaletica orizzontale deve possedere nelle sue caratteristiche una resistenza al derapaggio creato dalla interazione tra il pneumatico ed il prodotto segnaletico in condizioni sfavorevoli.

Il valore minimo, rilevato secondo le metodologie di cui ai successivi articoli, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c e per tutta la loro vita funzionale di:

<i>Classe</i>	<i>Valore SRT minimo</i>
S1	SRT $\geq 45$

Nota: SRT (British portable Skid Resistance Tester).

Il tempo di essiccazione rilevato secondo le metodologie di cui al successivo articolo, deve rientrare nei tempi di seguito indicati.

Per le pitture il materiale da utilizzare per segnaletica orizzontale applicato sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e +40°C ed umidità relativa non superiore al 70% deve asciugarsi entro 15 minuti dall'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo il materiale da utilizzare per segnaletica orizzontale non deve sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Le idropitture devono essere impiegate con una temperatura dell'aria superiore a 10° e con un umidità relativa inferiore a 80%.

Il materiale da utilizzare per segnaletica orizzontale applicato sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e +40°C ed umidità relativa non superiore al 70% deve solidificarsi entro 30 secondi per lo spruzzato ed entro 180/240 secondi per l'estruso dall'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo il materiale da utilizzare per segnaletica orizzontale non deve sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

In presenza di superfici umide e/o con umidità relativa superiore al 70%, a discrezione della Direzione Lavori e/o per motivi di sicurezza del traffico, l'applicazione della segnaletica deve essere preceduta da una fase d'asciugatura della pavimentazione (termoriscaldatura) al fine di garantire una perfetta adesione del prodotto.

Prefabbricato conformabile (laminato elastoplastico)

La completa essiccazione del primer, al fine di facilitare l'adesione del prodotto alla pavimentazione, deve avvenire entro 15 minuti dall'applicazione.

Dopo la rullatura i laminati devono essere trafficabili.

Prefabbricati conformabili (laminato elastoplastico)

La striscia laminata deve essere costituita da laminati elastoplastici, autoadesivi costituiti da polimeri d'alta qualità, contenenti microgranuli di materiale speciale ad alto potere antisdrucchiolo, di pigmenti stabili nel tempo e con microsferi di vetro o di ceramica con ottime caratteristiche di rifrazione ed ad elevata resistenza all'usura.

Devono essere inoltre impermeabili, idrorepellenti, antiderapanti, resistenti alle soluzioni saline, alle escursioni termiche, all'abrasione e non deve scolorire al sole.

I laminati devono essere facilmente applicabili su qualunque tipo di superficie: manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio

La scelta del laminato, tipo C2 o C3, incassato su pavimentazione nuova o applicato su pavimentazioni esistenti, deve essere effettuata in base alla vita funzionale prevista del manto bituminoso. Potranno essere posti in opera mediante i procedimenti seguenti:

- incassandoli in pavimentazioni nuove ad addensamento non ancora completamente ultimato e con temperatura compresa tra i 50° e i 70°.
- potrà essere effettuato, se ordinato dalla Direzione Lavori, anche su pavimentazioni realizzate già da tempo, riscaldando la superficie d'incasso con idonea attrezzatura munita di lampade a raggi infrarossi in grado di riscaldare il supporto alle temperature sopra indicate.

(L'incasso in entrambi i modi deve essere realizzato con l'impiego di un rullo costipatore, a ruote metalliche, d'adeguato peso e dimensioni accettato dalla Direzione Lavori).

- su pavimentazioni esistenti, preventivamente pulite, utilizzando del primer per facilitarne l'adesione. Prima di applicare il laminato il primer deve essere completamente essiccato. Dopo l'applicazione deve essere pressato con l'impiego di un rullo costipatore, a ruote metalliche, d'adeguato peso e dimensioni accettato dalla Direzione Lavori.

L'applicazione dei laminati deve avvenire con l'impiego d'idonea attrezzatura, approvata dalla Direzione Lavori, automatica e semovente dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento del laminato e lame da taglio comandate automaticamente.

Le frecce, le lettere e le zebraure saranno posate manualmente e successivamente sottoposte a rullatura.

#### **3.4.1.5 Controlli standard prestazionali dei materiali**

I controlli previsti degli standard prestazionali dei materiali, devono essere effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti per tutta la vita funzionale.

Tali verifiche saranno effettuate tutte le volte che la Committente lo riterrà opportuno.

Queste devono avvenire in contraddittorio con l'Appaltatore, qualora questo non si presenti, l'avvenuto prelievo o verifica sarà comunicata dal Direttore dei Lavori all'Appaltatore stesso successivamente con espressa scrittura che indichi i termini di riferimento del luogo in cui è stata effettuata la prova.

Le prove a cui saranno sottoposti i prodotti saranno eseguite in cantiere con strumentazioni portatili in sito ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori e riguarderanno:

- Colore
- Retroriflessione
- Resistenza al derapaggio

I controlli delle coordinate cromatiche verranno eseguiti, come previsto dall'allegato C della UNI EN1436:2004, con uno strumento dotato di una sorgente luminosa avente una distribuzione spettrale del tipo D65, come definito dalla norma ISO/CIE 10526.

La configurazione geometrica di misura da impiegare deve essere la 45/0, con un angolo di illuminazione di  $45^{\circ} \pm 5^{\circ}$  e un angolo di osservazione di  $0^{\circ} \pm 10^{\circ}$ .

Gli angoli si intendono misurati rispetto alla normale alla superficie della segnaletica.

La superficie minima misurata deve essere di 5 cm<sup>2</sup>.

Per delle superfici molto rugose, la superficie di misurazione deve essere superiore a 5 cm<sup>2</sup>, ad esempio 25 cm<sup>2</sup>.

Il valore delle coordinate tricromatiche deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:

a) linee longitudinali

deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo; in ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori delle coordinate cromatiche.

b) simboli

per ogni simbolo, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di cinque letture.

c) lettere

per ogni lettera, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di tre letture.

d) linee trasversali

per ogni striscia trasversale, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di cinque letture.

I controlli dei valori di retroriflessione verranno eseguiti con apparecchi che utilizzino la geometria stabilita dalla UNI EN1436:2004 allegato B, con le seguenti principali caratteristiche:

- angolo di osservazione  $\alpha = 2.29^\circ$
- altezza osservatore rispetto al piano stradale 1,2 m
- altezza proiettori rispetto dal piano stradale 0,65 m
- superficie minima di misurazione 50 cm<sup>2</sup>;
- angolo di illuminazione  $\varepsilon = 1.24^\circ$
- distanza visiva simulata 30 m;
- illuminante A analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526;

Il valore di retroriflessione deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e delle condizioni della superficie stradale come previsto nella UNI EN 1436 allegato B e più precisamente:

a) linee longitudinali

deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapportini giornalieri e/o ordinativi di lavoro).

In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo dieci letture dei valori di retroriflessione.

b) simboli

per ogni simbolo, il valore di retroriflessione, sarà dato dalla media di dieci letture.

c) lettere

per ogni lettera, il valore di retroriflessione, sarà dato dalla media di tre letture.

d) strisce trasversali

per ogni striscia trasversale, il valore di retroriflessione, sarà dato dalla media di dieci letture.

I controlli dei valori di resistenza al derapaggio verranno eseguiti con l'apparecchio "Skid Resistance Tester ", come previsto nella UNI EN 1436:2004 allegato D, consistente in un pendolo oscillante accoppiato ad un cursore di gomma nella sua estremità libera.

Lo strumento in oggetto rileva la perdita di energia del pendolo, causata dalla frizione del cursore in gomma su una data area del segnale orizzontale, con risultato espresso in unità SRT.

Il valore di resistenza al derapaggio sarà dato dalla media di cinque letture eseguite in ogni singolo punto scelto, nel tratto riferito ai rapportini giornalieri, se i valori rilevati non differiscono di più di tre unità; altrimenti devono essere effettuate misure successive finché si otterranno cinque valori che non differiscono di più di tre unità.

#### ***3.4.1.6 Esecuzione dei lavori***

La posa del materiale dipende dal tipo di prodotto da applicare al quale è associato una specifica attrezzatura. Per il controllo qualità dell'applicazione dei prodotti si deve fare riferimento alla UNI 11154:2006.

Le superfici interessate dalla segnaletica orizzontale devono essere accuratamente pulite in modo da essere liberate da ogni impurità in grado di nuocere all'adesione dei materiali impiegati. E' vietata l'eliminazione di tracce di olio o grasso a mezzo di solventi.

L'applicazione dei materiali deve avvenire su superfici asciutte e deve essere effettuata, con mezzi meccanici idonei cercando inoltre di ridurre al minimo l'ingombro della carreggiata e quindi le limitazioni da imporre alla circolazione.

La posa in opera dei materiali per segnaletica orizzontale deve essere eseguita secondo i tracciati, le figure e le scritte preesistenti o stabiliti negli elaborati progettuali.

Comunque l'Appaltatore è tenuto a propria cura e spese, ad effettuare la rimozione ed il rifacimento della segnaletica giudicata non regolarmente eseguita anche per quanto concerne la sua geometria (dimensioni, intervalli, allineamenti ecc.).

I materiali dovranno avere un potere coprente uniforme e tale da non far trasparire, in nessun caso, il colore della sottostante pavimentazione.

#### ***3.4.1.7 Penali***

Qualora i risultati delle certificazioni relativi sia alla qualità che alla posa in opera dei materiali, ottenuti dalle prove predisposte, non fossero rispondenti a quanto prescritto dal presente Capitolato Speciale dovranno essere applicati i seguenti provvedimenti:

a) certificazione di qualità

I materiali non conformi a quanto richiesto nelle presenti Norme, non saranno accettati.

b) prodotti non approvati

l'uso di prodotti non approvati dalla Committente comporterà il non pagamento dei lavori eseguiti.

c) vita utile della segnaletica orizzontale

durante il periodo della vita utile della segnaletica orizzontale, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, a tutti i ripristini e rifacimenti che si dovessero rendere necessari a causa della carenza, anche di una sola, delle caratteristiche prestazionali richieste, come indicato nelle presenti Norme.

## 4. BARRIERE DI SICUREZZA

### 4.1 Premessa

#### 4.1.1 Generalità

Le normative da rispettare per le barriere di sicurezza sono le seguenti:

- D.M. 28 giugno 2011 (G.U. n. 233 del 06.10.11), “Disposizioni sull’uso e l’installazione dei dispositivi di ritenuta stradale”;
- D.M. 21 giugno 2004 n° 2367 (G.U. n. 182 del 05.08.04), “Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”;
- UNI EN 1317-1, “Sistemi di ritenuta stradali parte 1: terminologia e criteri generali per i metodi di prova”;
- UNI EN 1317-2, “Sistemi di ritenuta stradali parte 2: classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d’urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari”;
- UNI EN 1317-3, “Sistemi di ritenuta stradali parte 3: classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d’urto”;
- UNI ENV 1317-4, “Barriere di sicurezza stradali: classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d’urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza”;
- UNI EN 1317-5, “Barriere di sicurezza stradali parte 5: requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli”;
- Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti, prot. 62032 del 21.07.2010, “Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”;
- D.M. 18 febbraio 1992, n. 223. (G.U. n. 63 del 16.03.92). “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”;
- D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i.. “Nuovo codice della Strada”;
- D.P.R. n. 495/92 e s.m.i.. “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada”;
- D.M. 5 novembre 2001, n. 6792. “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- ETAG 001: Guideline for European Technical Approvals of Metal Anchors for use in Concrete, Annex C: Design Methods for Anchorages. Redatto dall’Istituto Europeo per le omologazioni “E.O.T.A.” (European Organisation for Technical Approvals);
- D.M. 14 gennaio 2008 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”;

- UNI EN 12767, “Sicurezza passiva di strutture di sostegno per attrezzature stradali. Requisiti e metodi di prova”.

Si fa notare come le versioni 2010 delle norme 1317-1, -2, -3, con i relativi “errata-corrige”, in vigore dal 05.08.2010, siano diventate cogenti, in quanto norme europee armonizzate, a partire dal 01.01.2013.

Ai sensi delle vigenti ed in parte già citate norme (D.M. 18/02/1992 n. 223, D.P.R. 21/04/1993 n. 246 in attuazione della direttiva 89/106/CEE, D.M. 21/06/2004, Regolamento UE n. 305/2011 del 09/03/2011, D.M. 28/06/2011), considerato che risulta da tempo recepito l'utilizzo delle norme europee UNI EN 1317, parti 1, 2, 3 e 4 concernenti le barriere di sicurezza stradali e che risulta scaduto in data 01/01/2011 il periodo di coesistenza relativo alla norma europea armonizzata UNI EN 1317-5:2008 “Barriere di sicurezza stradali – Parte 5: requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli”, possono essere installati:

- 1) dispositivi di ritenuta stradali dotati di “marcatatura CE” in conformità alla norma UNI EN 1317-5:2008 e successivi aggiornamenti ed alle norme di supporto in essa riportate.

Tali sistemi dovranno essere dotati di:

- “Certificato CE di conformità”, rilasciato da un Organismo Notificato;
  - “Dichiarazione CE di conformità”, rilasciata dal fabbricante o produttore, ovvero dal suo mandatario stabilito nell'Unione Europea;
  - “Manuale di utilizzo e di installazione”, redatto ai sensi del D.M. 28/06/2011;
- 2) soltanto entro il termine massimo del 21/10/2012, dispositivi di ritenuta stradali sprovvisti di “marcatatura CE”, purché sussista una delle due seguenti condizioni:
    - siano stati omologati ai sensi del D.M. 21/06/2004 ed immessi sul mercato entro il 31/12/2010;
    - siano stati sottoposti, con esito positivo, alle prove d'urto di cui alle norme UNI EN 1317. In questo caso i rapporti di prova devono essere preventivamente sottoposti al Direttore dei Lavori, che ne accerterà l'esito positivo.

Le barriere ed i dispositivi, a seconda della loro destinazione ed ubicazione, devono corrispondere a quanto prescritto nelle "Istruzioni Tecniche" allegate al D.M. sopracitato.

Le protezioni dovranno essere realizzate secondo quanto previsto dal Progetto e con dispositivi che abbiano conseguito il "Certificato d'omologazione" rilasciato dal Ministero dei Lavori Pubblici-Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale.

Gli interventi compreso quelli relativi alle barriere amovibili, nonostante la mobilità del sistema, avranno le caratteristiche dell'impianto di tipo "definitivo" per cui il materiale impiegato, in particolare per le barriere metalliche, dovrà essere esclusivamente di nuova produzione.

A seconda della loro destinazione ed ubicazione, le barriere e gli altri dispositivi si dividono nei seguenti tipi:

- barriere centrali da spartitraffico;
- barriere laterali;
- barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.;

- barriere o dispositivi per punti singolari, quali barriere per chiusura varchi, attenuatori d'urto per ostacoli fissi, letti di arresto o simili, terminali speciali, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, dispositivi per zone di transizione e simili.

#### ***4.1.2 Finalita' dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali***

Le barriere di sicurezza stradale e gli altri dispositivi di ritenuta sono posti in opera essenzialmente al fine di realizzare per gli utenti della strada e per gli esterni eventualmente presenti, accettabili condizioni di sicurezza in rapporto alla configurazione della strada, garantendo, entro certi limiti, il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale. Le barriere di sicurezza stradale e gli altri dispositivi di ritenuta devono quindi essere idonei ad assorbire parte dell'energia di cui e' dotato il veicolo in movimento, limitando contemporaneamente gli effetti d'urto sui passeggeri.

#### ***4.1.3 Individuazione delle zone da proteggere***

Le zone da proteggere per le finalita' previste, definite, come previsto dal decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, e successivi aggiornamenti e modifiche, dal progettista della sistemazione dei dispositivi di ritenuta, devono riguardare almeno: i margini di tutte le opere d'arte all'aperto quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna; la protezione dovra' estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente ritenuto che il comportamento delle barriere in opera sia paragonabile a quello delle barriere sottoposte a prova d'urto e comunque fino a dove cessi la sussistenza delle condizioni che richiedono la protezione; lo spartitraffico ove presente; il margine laterale stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna e' maggiore o uguale a 1 m; la protezione e' necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessita' di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosita' a valle della scarpata (presenza di edifici, strade, ferrovie, depositi di materiale pericoloso o simili): gli ostacoli fissi (frontali o laterali) che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, ecc, ed i manufatti, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, ecc, che in caso di fuoriuscita o urto dei veicoli potrebbero subire danni comportando quindi pericolo anche per i non utenti della strada. Occorre proteggere i suddetti ostacoli e manufatti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione e si trovino ad una distanza dal ciglio esterno della carreggiata, inferiore ad una opportuna distanza di sicurezza; tale distanza varia in funzione dei seguenti parametri: velocita' di Progetto, volume di traffico, raggio di curvatura dell'asse stradale, pendenza della scarpata, pericolosita' dell'ostacolo. Le protezioni dovranno in ogni caso essere effettuate per una estensione almeno pari a quella indicata nel certificato di omologazione, ponendone circa due terzi prima dell'ostacolo, integrando lo stesso dispositivo con eventuali ancoraggi e con i terminali semplici indicati nel certificato di omologazione, salvo diversa prescrizione del progettista.

Le barriere di sicurezza dovranno avere la lunghezza minima di cui sopra, escludendo dal computo della stessa i terminali semplici o speciali, sia in ingresso che in uscita. Laddove non

sia possibile installare un dispositivo con una lunghezza minima pari a quella effettivamente testata (per esempio ponti o ponticelli aventi lunghezze in alcuni casi sensibilmente inferiori all'estensione minima del dispositivo), sarà possibile installare una estensione di dispositivo inferiore a quella effettivamente testata, provvedendo però a raggiungere la estensione minima attraverso un dispositivo diverso (per esempio testato con pali infissi nel terreno), ma di pari classe di contenimento (o di classe ridotta - H3 nel caso di affiancamento a barriere bordo ponte di classe H4) garantendo inoltre la continuità strutturale. L'estensione minima che il tratto di dispositivo «misto» dovrà raggiungere sarà costituita dalla maggiore delle lunghezze prescritte nelle omologazioni dei due tipi di dispositivo da impiegare.

In particolare, ove possibile, per le protezioni isolate di ostacoli fissi, all'inizio dei tratti del dispositivo di sicurezza, potranno essere utilizzate integrazioni di terminali speciali appositamente testati. Per la protezione degli ostacoli frontali dovranno essere usati attenuatori d'urto, salvo diversa prescrizione del progettista.

#### **4.1.4 Conformità dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali e loro *installazione***

Tutti i componenti di un dispositivo di ritenuta devono avere adeguata durabilità mantenendo i loro requisiti prestazionali nel tempo sotto l'influenza di tutte le azioni prevedibili. Per la produzione di serie delle barriere di sicurezza e degli altri dispositivi di ritenuta, i materiali ed i componenti dovranno avere le caratteristiche costruttive descritte nel Progetto del prototipo allegato ai certificati di omologazione, nei limiti delle tolleranze previste dalle norme vigenti o dal progettista del dispositivo all'atto della richiesta di omologazione. All'atto dell'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali, le caratteristiche costitutive dei materiali impiegati dovranno essere certificate mediante prove di laboratorio. Dovranno inoltre essere allegate le corrispondenti dichiarazioni di conformità dei produttori alle relative specifiche tecniche di prodotto. Le barriere e gli altri dispositivi di ritenuta omologati ed installati su strada dovranno essere identificati attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 metri di installazione) o sul dispositivo, e riportante la denominazione della barriera o del dispositivo omologato, il numero di omologazione ed il nome del produttore. Una volta conseguita l'armonizzazione della norma EN 1317 e divenuta obbligatoria la marcatura CE, le informazioni da apporre sul contrassegno saranno quelle previste nella stessa norma EN 1317, parte 5. Nell'installazione sono tollerate piccole variazioni, rispetto a quanto indicato nei certificati di omologazione, conseguenti alla natura del terreno di supporto o alla morfologia della strada (ad esempio: infissione ridotta di qualche paletto o tirafondo; inserimento di parte dei paletti in conglomerati cementizi di canalette; eliminazione di supporti localizzati conseguente alla coincidente presenza di caditoie per l'acqua o simili). Altre variazioni di maggior entità e comunque limitate esclusivamente alle modalità di ancoraggio del dispositivo di supporto sono possibili solo se previste in Progetto, come riportato nell'art. 6. Alla fine della posa in opera dei dispositivi, dovrà essere effettuata una verifica in contraddittorio da parte della ditta installatrice, nella persona del suo Responsabile Tecnico, e da parte del committente, nella persona del direttore lavori anche in riferimento ai materiali costituenti il dispositivo. Tale verifica dovrà risultare da un certificato di corretta posa in opera sottoscritto.

#### **4.1.5 Documentazione “as built” da presentare al termine dei lavori**

Con nota prot. 5079 del 22.11.2006, l'Anas ha definito la documentazione da presentare a fine lavori per l'ottenimento dell'agibilità della strada (vedere tabella che segue):

Poiché è evidente che l'inviluppo della documentazione prevista dalla norma e richiesta dall'Anas nella nota citata non può essere prodotto nella vera e propria fase progettuale ma, almeno in parte (curare con specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo l'adattamento dei singoli dispositivi, progettare le transizioni, ..., produrre elaborati "as built", ...) dovrà essere elaborato dopo la scelta dei dispositivi di cui si prevede l'impiego e dopo la fase esecutiva dei lavori (fasi entrambe a cura dell'Appaltatore), l'Appaltatore si impegna a produrre tutta la documentazione di propria competenza come definita nella tabella sopra riportata, fornendo gli elaborati firmati da Tecnico abilitato.

## **4.2 Barriere metalliche**

### ***4.2.1 Accettazione dei materiali***

I produttori dei dispositivi omologati devono essere specializzati e certificati in qualità aziendale secondo le norme UNI EN ISO 9001.

I materiali componenti, i suddetti dispositivi omologati dovranno avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omologazione e dovranno essere realizzati con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una dichiarazione di conformità di produzione che nel caso di barriere con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.

Tale dichiarazione dovrà essere emessa dall'Appaltatore e controfirmata dal Direttore Tecnico della Ditta Produttrice a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al "Certificato d'omologazione".

DOCUMENTAZIONE DA PRESENTARE A FINE LAVORI (nota ANAS n. 5079 del 22.11.2006)

Item	Descrizione	Tipologia elaborati	Tipologia della strada	
			Vp < 70 km/h	Vp >=70 km/h
<b>A</b>	Relazione motivata sulle scelte <b>DM 223/92, art. 2, comma 1</b>	- Relazione Generale barriere	Non prevista	A cura di: <b>Progettista</b>
<b>B</b>	Tipi delle barriere di sicurezza da adottare, la loro ubicazione e le opere complementari connesse (fondazione, supporti, dispositivi di smaltimento delle acque, ecc.), nell'ambito della sicurezza stradale <b>DM 223/92, art. 2, comma 1</b>	- Planimetria - Tipologici e particolari	A cura di: <b>Progettista</b>	A cura di: <b>Progettista</b>
<b>C</b>	Caratteristiche prestazionali dei dispositivi e in particolare la tipologia, la classe, il livello di contenimento, l'indice di severita', i materiali, le dimensioni, il peso massimo, i vincoli, la larghezza di lavoro, ecc., tenendo conto della loro congruenza con il tipo di supporto, il tipo di strada, le manovre ed il traffico prevedibile su di essa e le condizioni geometriche esistenti <b>DM 2367, art.6</b>	- Tipologici e particolari	A cura di: <b>Progettista</b>	A cura di: <b>Progettista</b>
<b>D</b>	Specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo per l'adattamento dei singoli dispositivi omologati o per i quali siano stati redatti rapporti di prova, alla sede stradale, con riferimento ai terreni di supporto, ai sistemi di fondazione, allo smaltimento delle acque, alle zone di approccio e di transizione <b>DM 2367, art. 6</b>	- Relazione di calcolo - Disegni esecutivi	A cura di: <b>Appaltatore</b> Approvato da: <b>Direttore Lavori</b>	A cura di: <b>Appaltatore</b> Approvato da: <b>Direttore Lavori</b>
<b>E</b>	Planimetrie as built con indicazione delle tipologie ed estesa delle medesime <b>Nota ANAS prot. 5079</b>	- Planimetria	A cura di: <b>Appaltatore</b> Sottoscritto da: <b>Direttore Lavori</b>	A cura di: <b>Appaltatore</b> Sottoscritto da: <b>Direttore Lavori</b>
<b>F</b>	Elaborato redatto in caso siano intervenute variazioni rispetto al progetto/perizia nel quale vengono giustificate le tipologie di barriere adottate e si riporti il calcolo delle stesse in special modo per quelle ubicate nei punti singolari (zone di transizione tra barriere di tipo diverso, barriere in corrispondenza di ostacoli fissi, ecc). <b>Nota ANAS prot. 5079</b>	Elaborati previsti agli Item A, B, C, D e E	A cura di: <b>Progettista</b> (Item A, B e C)  A cura di: <b>Appaltatore</b> (Item D e E)	A cura di: <b>Progettista</b> (Item A, B e C)  A cura di: <b>Appaltatore</b> (Item D e E)

Questa dichiarazione dovrà essere associata, a seconda dei casi, alle altre attestazioni previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro. L'accettazione di tutti i materiali sarà regolata, inoltre, anche dalle norme descritte nei successivi articoli.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dalla qualità dei materiali stessi.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati alle attestazioni nonché la regolarità delle lavorazioni.

La qualità dei materiali sarà verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

## 4.2.2 Qualità dei materiali

### 4.2.2.1 Caratteristiche dell'acciaio.

L'acciaio impiegato per le barriere dovrà essere esente da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra, per qualità, spessori e finiture. La qualità deve essere di tipo UNI EN 10025 - S275 JR, o di qualità UNI EN 10025 - S235.

L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303 : 1994 - Classe 1.

Per ogni partita di materiale impiegato, l'Appaltatore dovrà presentare un attestato di qualità dell'acciaio rilasciato dalla ferriera di provenienza e sottoscritto dal legale rappresentante del fornitore.

#### **4.2.2.2 Tolleranze dimensionali.**

Nella costruzione dei profilati d'acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e le tolleranze previste dalle norme UNI 7344. Per le tolleranze di spessore, si riterranno validi i valori riportati di seguito:

- Lamiere o nastri fino a 3,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa  $\pm 0,05$  mm;
- Lamiere o nastri da 3,50 mm a 7,00 mm - Tolleranza di spessore ammessa  $\pm 0,10$  mm;
- Lamiere o nastri oltre 7,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa  $\pm 0,15$  mm.

#### **4.2.2.3 Unioni bullonate.**

La bulloneria impiegata dovrà essere della classe 8.8 UNI EN 20898.

#### **4.2.2.4 Unioni saldate.**

I collegamenti tra elementi metallici da effettuarsi mediante saldatura dovranno essere del tipo a penetrazione ed effettuati nel rispetto dell'articolo 2.5 delle norme CNR UNI 10011. In particolare l'Appaltatore, qualora non espressamente descritto nei disegni di Progetto, dovrà rispettare le Norme sopra richiamate, tenendo presente di volta in volta, le caratteristiche generali e particolari delle saldature stesse, ivi compresi, qualità e spessori dei materiali, procedimenti, tipi di giunto e classi di saldatura.

#### **4.2.2.5 Zincatura.**

Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie, secondo le norme UNI EN ISO 1461.

Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono riportate nel prospetto D.1 della suddetta Norma.

Lo zinco impiegato per i rivestimenti dovrà essere di qualità Zn 99,95.

#### **4.2.2.6 Caratteristiche della rete e dei fili metallici.**

La rete, utilizzata a complemento dei parapetti metallici, sarà realizzata con fili d'acciaio crudo, con resistenza minima unitaria di rottura di 55 kg/mm<sup>2</sup>, mentre i fili di legatura saranno in acciaio dolce.

La rete e i fili saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante). In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 g/m<sup>2</sup>.

Il rivestimento protettivo della rete e dei fili sarà costituito da zinco di qualità Zn 99,95, oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio. In questo caso la percentuale d'alluminio presente nella lega non dovrà superare il 5%.

#### 4.2.3 Modalità d'esecuzione

Le tipologie di barriere previste in progetto sono:

POSIZIONE	TIPOLOGIA	LIVELLO DI CONTENIMENTO L <sub>c</sub>	LARGHEZZA FUNZIONAMENTO	NOTE
<b>ASSE AUTOSTRADALE</b>				
Bordo laterale Rilevato	H4	572kJ	W4	
Bordo ponte Opere d'arte	H4 integrata con rete	724kJ	W4	In corrispondenza sovrappassi p.k. 24+497 e p.k. 24+358
Bordo ponte Opere d'arte	H4	724kJ	W4	Cordolo opera d'arte (tombini)
<b>SVINCOLO - rampa 1 INGRESSO AUTOPORTO – Dir. Bardonecchia</b>				
Bordo laterale Rilevato	H3	463kJ	W5	
Bordo ponte Opere d'arte	H3	463kJ	W5	Cordolo opera d'arte (tombino)
Profilo in cls	redirettivo	-	-	Muro di sostegno alla confluenza delle rampe di ingresso all'Autoporto
Bordo laterale Spartitraffico	H3	463kJ	W7	Ultimo tratto confluenza rampe di ingresso all'Autoporto
Bordo laterale Rilevato	H2	288kJ	W6	Raccordo con rotatoria – corsia unica
<b>SVINCOLO - rampa 2 USCITA AUTOPORTO – Dir. Bardonecchia</b>				
Bordo laterale Rilevato	H3	463kJ	W5	
Bordo ponte Opere d'arte	H3	463kJ	W5	Cordolo in sx e cordolo su opera d'arte (tombino)
Bordo laterale Spartitraffico	H3	463kJ	W7	Primo tratto confluenza rampe di uscita dall'Autoporto
Bordo laterale Rilevato	H2	288kJ	W6	Raccordo con rotatoria – corsia unica
<b>SVINCOLO - rampa 3 INGRESSO AUTOPORTO – Dir. Torino</b>				
Bordo laterale Rilevato	H4	572kJ	W4	Corsia di scambio
Bordo ponte Opere d'arte	H4 integrata con rete	724kJ	W4	Nel tratto di scavalco della Autostrada A32
Bordo ponte Opere d'arte	H4	724kJ	W4	Primo tratto rampa
Bordo laterale Rilevato	H3	463kJ	W5	
Bordo laterale Spartitraffico	H3	463kJ	W7	Ultimo tratto confluenza rampe di ingresso all'Autoporto

SVINCOLO - rampa 4 USCITA AUTOPORTO – Dir. Torino				
Bordo laterale Rilevato	H4	572kJ	W4	Corsia di scambio
Bordo ponte Opere d'arte	H4 integrata con rete	724kJ	W4	Nel tratto di scavalco della Autostrada A32
Bordo ponte Opere d'arte	H4	724kJ	W4	Primo tratto rampa
Bordo laterale Rilevato	H3	463kJ	W5	
Bordo laterale Spartitraffico	H3	463kJ	W7	Ultimo tratto confluenza rampe di ingresso all'Autoporto
PIAZZALE TRUCK-STATION				
Bordo laterale Rilevato	N2	82kJ	W4	
BRETELLA DI COLLEGAMENTO E S.S. 25				
Bordo laterale Rilevato	H1	127kJ	W3	
Bordo laterale Rilevato	H2	288kJ	W6	
Bordo ponte Opere d'arte	H2	127kJ	W5	Ponte canale NIE

#### 4.2.3.1 Barriere infisse a bordo laterale e spartitraffico

La barriera sarà posizionata sul margine esterno\* o in spartitraffico\* in modo che il filo dell'onda superiore del nastro cada in corrispondenza del ciglio della piattaforma stradale\*4.

I nastri saranno collegati fra di loro ed ai sostegni mediante bulloni con esclusione di saldature; il collegamento tra i nastri sarà fatto tenendo conto del senso di marcia in maniera che ogni elemento sia sovrapposto al successivo per evitare risalti contro la direzione del traffico.

Il serraggio dei bulloni potrà avvenire anche con chiave pneumatica purché sia assicurata una coppia finale di almeno 10 kg•m da verificare con chiave dinamometrica su un proporzionato numero di bulloni.

Sul bordo superiore dei nastri saranno applicati dei delineatori con elementi rifrangenti segnalimite, i quali dovranno essere preventivamente omologati secondo le norme vigenti ed accettati dalla Direzione Lavori.

Saranno costituiti da un supporto in lamiera e da catadiottri in metacrilato di colore arancione, composti da un catadiottero, quelli da porre in destra al senso di marcia, da due catadiottri sovrapposti quelli da porre in sinistra.

I suddetti saranno applicati alle barriere mediante sistemi a morsetto senza interessare la bulloneria delle stesse.

Per la viabilità ordinaria saranno invece utilizzati quelli di tipo bifacciale bianco/rosso con caratteristiche simili ai precedenti.

\* Come definiti dal DM 05.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"

I sostegni saranno infissi con idonea attrezzatura vibrante o a percussione fino alla profondità necessaria per il rispetto della quota stabilita, avendo cura di non deformare la testa del sostegno ed ottenere l'assoluta verticalità finale, facendo in modo che le alette del sostegno siano posizionate in senso contrario a quello del traffico.

Quando per la presenza di trovanti o eccessiva consistenza del terreno non risulti possibile l'infissione, sarà ammesso il taglio della parte eccedente del sostegno e la formazione in sito del nuovo foro di collegamento, sempreché la parte infissa risulti superiore a 50 cm, senza riconoscere all'Appaltatore alcun compenso.

Qualora il rifiuto interessi più sostegni contigui, l'Appaltatore è tenuto a sospendere l'infissione e avvertire tempestivamente la Direzione Lavori perché questa possa assumere le decisioni circa i criteri d'ancoraggio da adottare.

Le cavità eventualmente formatisi alla base dei sostegni dopo l'infissione, a seconda della natura della sede, dovranno essere intasate con materiale inerte costipato o chiuse con malte di cemento.

In caso di carenza di vincolo od altre particolari situazioni, la Direzione Lavori potrà richiedere l'adozione d'adeguate opere di rinforzo.

Lungo il tracciato della barriera possono esistere cavi elettrici, telefonici e altri, per cui l'Appaltatore è tenuto a chiedere agli Enti interessati, in accordo con la Direzione Lavori, le necessarie indicazioni per la loro individuazione ed operare con le dovute cautele.

In ogni caso eventuali danni arrecati agli impianti predetti ed eventuali oneri per l'individuazione dei cavi stessi sono totalmente a carico dell'Appaltatore restando la Committente sollevata da ogni responsabilità ed onere conseguente.

Sono a carico dell'Appaltatore le eventuali riprese d'allineamento e rimessa in quota delle barriere per il periodo sino al collaudo ancorché ciò dipenda da limitati cedimenti della sede stradale e la ripresa possa essere eseguita operando sulle tolleranze dei fori di collegamento.

Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità d'installazione da parte dell'Appaltatore, controfirmata dal Direttore Tecnico dell'eventuale Appaltatore Installatrice che garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato d'omologazione".

Questa dichiarazione dovrà essere associata alle altre attestazioni previste dalla normativa vigente in termini di controllo qualità ed altro.

Nel caso di sostituzione di barriera esistente, l'eventuale smontaggio dovrà essere effettuato con cura senza causare rotture o danni. Eventuali danni o perdite saranno imputate all'Appaltatore.

Le banchine in terra e le cunette in calcestruzzo, sede dei montanti estratti, dovranno essere perfettamente ripristinate ed ogni detrito o materiale di scarto trasportato a rifiuto a cura e spese dell'Appaltatore.

Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà della Committente e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi o portato a discarica, secondo quanto indicato dalla Direzione Lavori, sempre a cura e spese dell'Appaltatore.

Alla rimozione dovrà seguire prontamente il montaggio delle nuove barriere in modo da non lasciare tratti d'autostrada senza protezione.

#### **4.2.3.2 Barriera per opere d'arte**

La posa in opera delle barriere sulle opere d'arte sarà effettuata mediante montanti con piastra, fissati con tasselli o per mezzo di tirafondi nel cordolo di calcestruzzo.

La barriera sarà posizionata sul cordolo in calcestruzzo in modo che il filo dell'onda superiore del nastro cada a filo cordolo, in corrispondenza del ciglio della piattaforma stradale\*5.

In caso di presenza di traffico l'Appaltatore dovrà adottare tutti i sistemi e le precauzioni per evitare sia interruzioni nel transito dei veicoli che la caduta d'oggetti e materiali.

Nel caso di sostituzione di barriera esistente, ai lavori di smontaggio dovranno seguire, nel tempo strettamente necessario, i lavori d'installazione in modo da non lasciare parti di parapetto prive di protezione.

Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà della Committente e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi o portati a discarica, secondo quanto indicato dalla Direzione Lavori, sempre a cura e spese dell'Appaltatore.

#### **4.2.4 Prove - penali**

Di norma le campionature saranno eseguite con la cadenza descritta di seguito tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti la barriera di protezione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore.

##### **4.2.4.1 Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e bulloneria.**

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme UNI EN 10025.

Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI EN 20898, mentre la Direzione Lavori provvederà a verificare in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore il serraggio dei dadi con chiave dinamometrica tarata a 10 kg•m.

Le caratteristiche delle unioni saldate saranno controllate in conformità alle Norme previste dal Decreto M.LL.PP. del 14/02/1992.

In particolare sarà effettuato preventivamente un controllo visivo in cantiere da parte dei responsabili della Direzione Lavori, mirato ad individuare eventuali presenze d'anomalie sui cordoni, come porosità, inclusioni o cricche.

In questo caso il materiale dovrà essere sostituito con altro rispondente a quanto richiesto.

Inoltre sarà effettuata una verifica in sito o in laboratorio che prevede il controllo mediante ultrasuoni, oppure un controllo mediante liquidi penetranti.

Sarà eseguito, per le barriere di sicurezza, un prelievo ogni 3.000 m d'impianto.

Per le opere d'arte invece un prelievo pari al 5% sul numero totale delle opere da proteggere. In ogni caso, per ogni tipologia dovrà essere effettuato almeno un prelievo.

Per i varchi amovibili, sarà eseguito un prelievo ogni dieci varchi, con un minimo di uno.

---

\* Come definiti dal DM 05.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"

Le campionature relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria saranno inviate presso un laboratorio indicato dalla Direzione Lavori.

Per irregolarità relative alla qualità, spessori e dimensioni dei materiali e quanto altro possa concorrere anche in modo parziale a compromettere la resistenza strutturale degli impianti, l'Appaltatore sarà tenuto a sostituire, a sue spese, i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste.

#### ***4.2.4.2 Prove relative alle caratteristiche dei rivestimenti anticorrosivi.***

Le caratteristiche del rivestimento di zinco dei profilati a freddo saranno verificate con le prove previste dalle Norme CNR - CEI n. 7-6/VII 1968 descritte di seguito:

- Determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica.
- Determinazione della massa dello strato di zinco.
- Determinazione dello spessore dello strato di zinco.
- Determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco.
- Determinazione della aderenza dello strato di zinco.

Per quanto concerne la rete relativa alle barriere per opere d'arte, essa sarà sottoposta alla prova di sollecitazione corrosiva di 28 cicli in clima variabile d'acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa, secondo le Norme DIN 50018 SFW 1.0S. I relativi provini saranno depositi nell'apparecchio di "Kesternich" per la durata massima di 28 cicli.

Ogni ciclo avrà la durata di 24 h, suddiviso in due parti: nella prima parte, della durata di 8 h, i campioni saranno sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo; nella seconda parte i campioni saranno tenuti a riposo e sottoposti ad aerazione.

Il materiale sarà ritenuto accettabile qualora al termine della prova della durata di 28 cicli i campioni non abbiano subito alcuna entità d'ossidazione aderente e/o permanente.

Sarà eseguito, per le barriere di sicurezza, un prelievo ogni 3.000 m d'impianto; per le opere d'arte invece un prelievo pari al 5% sul numero totale delle opere da proteggere.

In ogni caso, per ogni tipologia dovrà essere effettuato almeno un prelievo.

Le campionature relative alla zincatura dovranno essere inviate al "Laboratorio Autostrade".

Per irregolarità relative alla qualità e spessori della zincatura, l'Appaltatore sarà tenuto a sostituire, a sue spese, i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste.

I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

#### ***4.2.4.3 Penali per irregolarità d'esecuzione***

Per quanto concerne il montaggio, l'Appaltatore sarà tenuto a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o di parte di essi se questi non dovessero essere stati eseguiti conformemente a quanto indicato nel Progetto e nelle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato d'omologazione".

### **4.3 Barriere prefabbricate a profilo New Jersey**

La posa e rimozione di barriere prefabbricate a profilo "New Jersey" del tipo monofilare "provvisorie", occorrenti per deviazioni del traffico e/o delimitazione del cantiere, comprende il carico, trasporto e scarico degli elementi dal deposito al cantiere e viceversa, il montaggio e lo smontaggio delle piastre di collegamento e quant'altro occorre.

Gli elementi prefabbricati "definitivi" in conglomerato cementizio armato a profilo "New Jersey" saranno installati nello spartitraffico centrale e sui cordoli laterali del viadotto.

#### **4.3.1 NJ in spartitraffico**

Nello spartitraffico saranno installati elementi di tipo "monofilare" rinforzati in testa con barra dywidag: altezza 1 m, larghezza alla base 62 cm, larghezza in testa 13,6 cm, lunghezza standard 6,20 m; che saranno poggiati direttamente sul piano stradale collegandoli tra loro con una piastra d'acciaio zincato al piede ed in testa con un manicotto per le barre.

Eventuali elementi di chiusura avranno lunghezze diverse, così come saranno installati di forma diversa in corrispondenza dei varchi di scambio-carreggiata.

#### **4.3.2 NJ bordo opera**

Nei cordoli laterali del viadotto saranno posizionati elementi "bordo opera" predisposti d'ancoraggi per il corrimano di tipo strutturale: altezza 1 m, larghezza alla base 50 cm, larghezza in testa 24 cm, lunghezza nominale 3 e 6 m (lunghezza effettiva 2,98 e 5,98 m); che saranno ancorati ai cordoli con tiranti ed in testa muniti di una barra dywidag con manicotto.

Nelle zone di approccio all'opera d'arte stessa saranno posti elementi NJ ancorati su cordoli in conglomerato cementizio, di tipo II con  $R_{ck} > 35$  MPa ed armati con acciaio Fe B 44k, allineati ai cordoli del viadotto.

#### **4.3.3 Caratteristiche tecniche**

Le caratteristiche di resistenza e comportamento previste, sono riferite a manufatti prefabbricati e quindi, per la loro accettazione così come per i controlli di qualità da eseguire, vale quanto precisato dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5.11.1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

Indipendentemente dall'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

#### **4.3.4 Materiali**

##### **4.3.4.1 Conglomerato cementizio**

Dovrà rispondere alle specifiche tecniche riportate nell'art. 20 del presente Capitolato Speciale. La resistenza caratteristica specifica del conglomerato cementizio ( $R_{ck}$ ), sarà  $> 45$  MPa ed il copriferro non inferiore a 2 cm.

Qualora sia richiesta la fornitura di barriere New Jersey realizzate in conglomerato cementizio leggero strutturale si dovranno seguire, per il confezionamento del suddetto conglomerato, i medesimi principi di quello ordinario, utilizzando argilla espansa strutturale tipo T6, con

resistenza del granulo allo schiacciamento non inferiore a 70 kg/cm<sup>2</sup> (UNI 7549-7); il conglomerato cementizio leggero dovrà avere una resistenza caratteristica  $R_{ck} > 40$  MPa ed una massa volumica non superiore a quanto riportato negli elaborati progettuali. Tutti i materiali necessari per il suo confezionamento dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti vigenti in materia.

#### **4.3.4.2 Acciaio**

L'armatura del conglomerato cementizio sarà in acciaio tipo Fe B 44k e barre a filettatura continua tipo "dywidag". Le piastre d'ancoraggio saranno in lamiera d'acciaio, zincata a caldo dopo lavorazione a norma ASTM A 123, protetta su ciascuna faccia da uno strato di zincatura non inferiore a 43 µm pari a 300 g/m<sup>2</sup>.

Sarà zincata anche la bulloneria di collegamento e serraggio. Il manicotto di collegamento delle barre dywidag sarà realizzato in acciaio PR8035MnPb10; dovrà essere a forma esagonale e composto di due pezzi collegati tramite un filetto maschio sinistrorso. Il manicotto dovrà essere protetto con processo di teflatura di spessore minimo 30 µm in tutte le sue parti (compresa la filettatura).

#### **4.3.5 Posa in opera**

Le modalità di posa in opera saranno concordate con la Direzione Lavori, alla quale l'Appaltatore sottoporrà il Progetto operativo.

##### **4.3.5.1 Barriera spartitraffico "monofilare"**

Gli elementi costituenti, la barriera "monofilare" situata nello spartitraffico saranno posti direttamente sul piano viabile curando l'allineamento planimetrico ed altimetrico, utilizzando per questo dei compensatori di quota con zeppe o quadrotti in policloroprene a durezza elevata. Successivamente si procederà al collegamento degli elementi con le piastre zincate, alla base, ed in testa con manicotto in acciaio per dare continuità alle barre dywidag.

Il manicotto sarà protetto con lubrificante ad alta stabilità termica (perdita di peso < 3% con riscaldamento a 473 K per 4 h) e ricoperto con guaina elastica di polipropilene trattato UV/CP (contro i raggi ultravioletti e gli agenti atmosferici) di colore grigio (RAL n. 7032) arrotolato sulla zona per proteggere il tutto, dotato d'idoneo sistema di chiusura, e tale da sembrare un tubo. All'interno del manicotto si dovrà porre un bloccante anaerobico costituito da una resina di poliacrildiesteri.

##### **4.3.5.2 Barriera laterale parapetto**

La posa degli elementi "da viadotto" costituenti la barriera laterale parapetto sarà indicativamente la seguente, iniziando i lavori dalla fine del viadotto rispetto alla direzione del traffico:

- predisposizione nel cordolo dei fori, avendo cura che il loro centro sia, dal bordo interno del cordolo (camera d'espansione), alle distanze prefissate;
- posizionamento longitudinale sul cordolo di due strisce di gomma espansa EPDM (Etilene Propilene Diene) a cellule chiuse tipo E75-2 di colore nero, come guarnizioni di tenuta all'acqua; lungo il lato interno, la striscia dovrà avere fori predisposti in corrispondenza delle camere d'espansione;
- posizionamento della barriera New Jersey con opportuni spessoramenti compensatori di quota con zeppe o quadrotti: in policloroprene a durezza elevata, al fine di aver un buon allineamento dei parapetti;

- collegamento degli elementi New Jersey tra di loro serrando il manicotto con le barre dywidag longitudinali. A tal fine l'Appaltatore dovrà colorare gli ultimi 7 cm della barra dywidag lato femmina con vernice rossa per consentire, in qualsiasi momento, il controllo del montaggio. Le misure potranno avere una tolleranza di  $\pm 1$  cm.
- perforazione, attraverso le scatole al piede della barriera, di un foro con corona diamantata delle caratteristiche come da Progetto;
- realizzazione del sottosquadro (camera conica che consente l'espansione delle alette del tirante) con lo strumento alesatore applicato alla carotatrice; l'esecuzione corretta della alesatura terminerà quando la boccola andrà a contatto con la rondella del fermo. L'ampiezza del sottosquadro, misurabile con idoneo strumento a "compasso", dovrà rispettare le indicazioni progettuali;
- posizionamento della guarnizione di tenuta all'acqua, in materiale di gomma espansa EPDM E75-2 a cellule chiuse di colore nero, tonda e con foro per il passaggio del tirante, attaccandola in corrispondenza del foro d'ancoraggio dei tiranti; detta guarnizione sarà pressata dalla rondella del tirante;
- l'introduzione del tirante, verificando che i segmenti per l'ancoraggio siano appoggiati al sottosquadro;
- spruzzo sulla testa del tirante di uno spray lubrificante a base di Bisolfuro Molibdeno per ridurre gli attriti del bullone;
- serraggio del dado con chiave dinamometrica, applicando un momento torcente pari a 180 Nm per garantire l'espansione; oppure, tramite apposito martinetto, procedere all'espansione del tirante quindi serrare il dado;
- bloccaggio del dado con un ulteriore dado autobloccante zincato a caldo di classe 8 provvisto internamente d'anello in plastica;
- chiusura della tasca, situata alla base della barriera New Jersey, con apposito tappo in polipropilene con copolimeri di colore grigio (RAL n.7032) resistente ai raggi ultravioletti e incollato con idoneo adesivo;
- installazione del montante e del corrimano strutturale, posizionando i manicotti di collegamento dopo il montante, rispetto al senso di marcia;
- protezione del manicotto realizzata con lubrificante ad alta stabilità termica (perdita di peso  $< 3\%$  con riscaldamento a 473 K per 4 h) e ricopertura con guaina elastica di polipropilene trattato UV/CP (contro i raggi ultravioletti e gli agenti atmosferici) di colore grigio (RAL n. 7032) arrotolato sulla zona per proteggere il tutto, dotato d'idoneo sistema di chiusura in modo da sembrare un tubo. All'interno del manicotto si dovrà porre un bloccante anaerobico costituito da una resina di poliacrildiesteri.

#### **4.3.5.3 Posa in corrispondenza dei giunti di dilatazione**

In corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'impalcato, gli elementi di barriera prossimi al giunto non dovranno essere accostati ma distanziati di 8 cm per consentire le dilatazioni dell'impalcato.

Di conseguenza i collegamenti tra i due elementi saranno realizzati con pezzi speciali che, pur mantenendo le stesse resistenze di quelli correnti, permetteranno spostamenti relativi tra le due barriere collegate:

- le due barre dywidag saranno collegate tramite un manicotto speciale e con due dadi di serraggio;
- alla base degli elementi N.J. si porranno due piastrine di collegamento, di cui una asolata e l'altra provvista di bullone, libera di scorrere relativamente all'altra.

Questi accorgimenti saranno applicati anche nella barriera con elementi monofilari sullo spartitraffico dell'opera d'arte.

Nelle barriere parapetto, inoltre, sarà ammessa la sovrapposizione di parte dell'elemento prefabbricato sul cordolo della campata successiva, con la sola aggiunta dei particolari elementi di collegamento, come appresso specificato.

Nel caso di semplice accostamento dei parapetti (per lunghezze d'impalcato fino a 80 m) la parte del prefabbricato "a sbalzo" sulla campata successiva, dovrà essere appoggiata su un doppio strato di neoprene da 3 mm con interposta una lamina di Teflon di spessore 0,5 mm avente funzione di strato lubrificante anti attrito.

L'alternanza d'elementi da 3 e 6 m nel posizionamento dovrà tener conto quindi della presenza dei giunti di dilatazione sul cordolo, in corrispondenza dei quali non sarà possibile effettuare il foro per l'ancoraggio.

Indicativamente i fori dovranno essere effettuati ad una distanza tra giunto e asse foro non inferiore a 25 cm.

A tal fine dovranno essere combinati insieme gli elementi da 6 e 3 m con la possibilità, nella zona di giunto, di avere un elemento a sbalzo sulla campata contigua, rinunciando al massimo ad un ancoraggio di base.

Per lunghezze d'impalcato superiori agli 80 m, si dovrà prevedere un dispositivo, in acciaio zincato, di copertura del vuoto della zona di giunto, sovrapposto ai parapetti in calcestruzzo e con il loro stesso profilo New Jersey.

Detti coprigiunti metallici, opportunamente dimensionati, potranno anche essere usati per chiudere "vuoti" fino ad un massimo di 1,0 m.

#### **4.3.5.4 Verifiche**

La Direzione dei Lavori dovrà:

- prima del montaggio delle barriere, verificare che la lunghezza degli spezzoni dywidag per il serraggio dei montanti del mancorrente sia di almeno 9 cm, in modo da consentire il completo serraggio dai dadi dywidag da 7 cm. In caso di non rispondenza, l'elemento di barriera non sarà installato e dovrà essere allontanato immediatamente dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore;
- al termine del montaggio delle barriere, verificare il serraggio dei tiranti con chiave dinamometrica a 180 Nm, per accertare che l'esecuzione del sottosquadro sia stata fatta correttamente.

Se al momento del serraggio sarà riscontrato un cedimento dell'ancoraggio con eventuale fuoriuscita dello stesso, l'Appaltatore procederà al suo ripristino.

#### **4.3.6 Corrimano metallico strutturale**

Il corrimano strutturale posto sui parapetti laterali del ponte avrà funzioni di barriera al ribaltamento dei mezzi pesanti.

Sarà realizzato in acciaio Fe 510B (calmato all'alluminio con almeno lo 0,02%) avente una percentuale di silicio compresa tra lo 0,15% e lo 0,25%, per essere idoneo alla successiva zincatura a caldo.

Il corrimano è costituito essenzialmente da:

- montante a doppio T di caratteristiche come da indicazioni progettuali, opportunamente sagomato, munito di piastra di base ed in testa d'anello, il montante sarà collegato alla barriera N.J. tramite dadi;
- elementi di tubo in acciaio senza saldatura per costruzioni meccaniche, con fori alle estremità; collegati con manicotto ricavato da tubo senza saldatura per costruzioni meccaniche, completo di due bulloni, con doppia foratura (4 fori);
- elemento terminale curvo, sia destro che sinistro, costituito da un tubo in acciaio senza saldature per costruzioni meccaniche, opportunamente sagomato, con piastra saldata per ancoraggio.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione saranno installati manicotti speciali costituiti da tubo in acciaio senza saldatura per costruzioni meccaniche; completo di due fori, d'asole e di due bulloni con dadi.

Nei giunti di dilatazione per grandi escursioni, per i quali è prevista l'installazione di coprigiunti metallici, potrà essere necessario un montante aggiuntivo con tubi corrimano d'idonea lunghezza.

Il materiale dovrà provenire dalla produzione di Ditte di primaria importanza. Pertanto l'Appaltatore consegnerà alla Direzione dei Lavori una certificazione, rilasciata dal produttore dell'acciaio, attestante l'analisi chimica dell'acciaio e i risultati delle prove meccaniche per lotto di campioni; inoltre su ogni tubo di corrimano dovrà essere presente la marcatura a punzone del fabbricante.

##### **4.3.6.1 Resistenze strutturali e protezione dei materiali**

Il corrimano strutturale dovrà rispondere alle resistenze da verificarsi con le seguenti prove e modalità:

###### Montante:

Il montante metallico incastrato alla base dovrà resistere ad una forza di 12 t applicata, su una striscia lunga 35 cm in corrispondenza dell'asse del montante (a 45 cm dal piano superiore del parapetto in calcestruzzo). Interasse dei montanti 3 m.

###### Corrimano:

Il tubo corrimano metallico appoggiato agli estremi con un interasse di 3 m dovrà resistere ad una forza 11,5 t applicata nella mezzeria su una striscia larga 35 cm (considerando il collegamento con il successivo elemento di corrente). Freccia massima ammissibile al centro di 3 cm.

###### Zincatura a caldo:

Tutti gli elementi costituenti il corrimano e suoi accessori dovranno essere zincati a caldo, a lavorazione ultimata, secondo le norme ASTM A 123.

Lo zinco per il bagno dovrà essere di qualità Zn 99,95.

La quantità minima di zinco su ogni superficie di 300 g/m<sup>2</sup>, pari cioè ad uno spessore di 43 µm.

#### **4.3.6.2 Posa in opera**

Il corrimano strutturale andrà fissato alla barriera tipo New Jersey mediante bloccaggio alla piastra già predisposta, secondo gli schemi riportati nei disegni di Progetto.

In particolare si dovrà aver cura che i manicotti di collegamento del corrimano siano posti dopo il montante, rispetto al senso di marcia.

I montanti e le piastre degli elementi terminali curvi saranno collegati ai ferri fuoriuscenti dagli elementi N. J. con bulloni, resistenza HV 10.9.

#### **4.3.6.3 Prove sui materiali**

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove analitiche previste dalla norma UNI EN 10210-1, fatta eccezione per la percentuale di alluminio che deve essere almeno pari allo 0,02% e del silicio che deve essere compresa tra lo 0,15% e lo 0,25%.

Per le verifiche di esecuzione e il controllo di spessori, la tolleranza massima sugli spessori deve essere del  $\pm 5\%$ ; le verifiche saranno fatte misurando i materiali in più punti e saranno ritenute positive se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI EN 20898.

Le caratteristiche del rivestimento a caldo di zinco dei tubi in acciaio sarà verificata secondo le seguenti prove:

- determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica;
- determinazione della massa dello strato di zinco;
- determinazione dello spessore dello strato di zinco;
- determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco.

Indipendentemente dalla certificazione rilasciata dal Produttore, la Direzione Lavori potrà prelevare in qualsiasi momento campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli ad analisi e prove, tutte le volte che lo riterrà opportuno, presso Laboratori Ufficiali allo scopo di rendere soddisfatte tutte le prescrizioni richiamate nelle presenti Norme.

I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle parti ed esclusivamente ad essi si farà riferimento a tutti gli effetti dell'appalto.

Le prove saranno eseguite su una serie di campioni prelevati dal materiale fornito, in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore.

Qualora le prove eseguite su questa prima serie di campioni dessero risultati negativi, esse saranno ripetute su altre due serie e soltanto se tutte e due queste ultime avranno dato esito positivo il materiale sarà ritenuto idoneo, in caso contrario la partita dovrà essere sostituita a cura e spese dell'Appaltatore.

## 4.4 Barriere in acciaio a profilo *New Jersey*

### 4.4.1 Materiali

Le lamiere componenti la barriera saranno in acciaio del tipo Fe 430B.

I bulloni per i mutui collegamenti tra barriere dovranno essere in acciaio 8.8 a Norma UNI EN 20898; i tubi del corrimano saranno collegati tra loro con manicotti tramite 2 bulloni M24 classe HV 10.9 a Norme UNI 5712.

Il corrimano sarà realizzato con un tubo di acciaio Fe 510D, elettrosaldato ERW scordonato, di lunghezza 2940 o 5940 mm, diametro esterno 139.7 mm e spessore 12,5 mm.

### 4.4.2 Zincatura

Sulle lamiere componenti la barriera e sul tubo corrimano si dovrà eseguire un processo di zincatura a caldo, per ottenere uno spessore di zinco di almeno 60  $\mu\text{m}$  e un tasso superficiale di 450  $\text{g}/\text{m}^2$ .

### 4.4.3 Verniciatura protettiva

La verniciatura protettiva delle superfici metalliche della barriera dovrà essere eseguita in stabilimento di produzione, previa pulizia della superficie con acqua e detergente esente da lanolina, con vernice monocomponente ad alto spessore tipo ICOSIT 5530 SIKA, contenente cariche inerti, pigmenti ed a base di una combinazione di PVC e resine acriliche con solventi, tale da essere una vernice tixotropica che mantiene lo spessore anche in corrispondenza degli spigoli; dovrà avere un'ottima resistenza all'aggressività chimica, in atmosfere industriali con piogge acide o basiche ed agli effetti dei raggi UV.

Tale prodotto dovrà essere applicato in due mani ad airless sulle superfici a vista della barriera (con esclusione del tubo corrimano e relativo manicotto di collegamento) per una quantità di 400-420  $\text{g}/\text{m}^2$  per avere a secco uno spessore di almeno 100  $\mu\text{m}$ . Il colore da ottenere è il grigio RAL n. 7032.

Relativamente a detta verniciatura protettiva, è essenziale per il buon esito della fornitura che la protezione della lamiera abbia comunque una resistenza alla corrosione in nebbia salina, misurata secondo la Norma ASTM 8117, di almeno 1000 h (dopo 1000 h l'arrugginimento o la bollatura lungo l'incisione prevista non devono penetrare per più di 2 mm, con esclusione di qualsiasi altra alterazione visiva o di aderenza).

Tale requisito dovrà essere comprovato con la certificazione di prove, eseguite da un Laboratorio Ufficiale, su tre provini di lamiera di spessore 4 mm zincati a caldo e quindi protetti come sopra descritto; sulla certificazione dovrà comparire, oltre all'esito della prova, anche lo spessore dello strato protettivo.

La certificazione dovrà essere pronta e presentata (insieme ai tre campioni oggetto degli esami) in occasione del successivo collaudo dove si controllerà la conformità degli spessori della verniciatura sulle barriere collaudate con quelli certificati.

Resta salva la facoltà da parte della Direzione Lavori di prelevare altri provini da sottoporre ad eventuali ulteriori prove.

#### 4.4.4 Collaudo delle barriere

All'approntamento delle barriere presso lo stabilimento di produzione e per quantitativi minimi non inferiori ad un terzo dell'intera fornitura o pari alla fornitura richiesta in cantiere di posa, sarà cura della Direzione Lavori richiedere il collaudo degli elementi approntati prima della posa in opera.

Il collaudo sarà effettuato a campione scegliendo a caso tre elementi di barriera ogni 200 approntati (per lotti inferiori si collauderanno comunque tre elementi) e sugli stessi sarà verificata l'osservanza delle prescrizioni tecniche previste ed in particolare il rispetto dei sei standard di qualità sotto riportati, per i quali si convengono due livelli di tolleranza come da tabella:

Tabella "STANDARD" E RELATIVE TOLLERANZE		
	"STANDARD" SPESSORE RICHIESTO	LIVELLO DI TOLLERANZA ACCETTABILE
Spessore lamiera ( $\leq 4$ mm)	valore nominale	0.10 mm
Spessore lamiera (da 6 a 8 mm)	valore nominale	0.15 mm
Spessore lamiera ( $> 8$ mm)	valore nominale	0.25 mm
Spessore zinco su barriera	min. 60 $\mu$ m	0 $\mu$ m
Spess. zinco su tubo mancorrente	min. 60 $\mu$ m	0 $\mu$ m
Spessore verniciatura su superfici a vista (mantello)	min. 100 $\mu$ m	0 $\mu$ m

Nel caso in cui anche uno solo dei tre elementi di barriera superi alla verifica il livello di tolleranza (per uno o più Standards), il lotto sarà rifiutato.

In ogni caso sia il riscontro di difettosità superficiali della verniciatura, che la presenza di ondulazioni o irregolarità della superficie a vista della barriera, renderanno inaccettabile il lotto.

A collaudo positivo sarà rilasciato dalla Direzione Lavori un "Verbale di approntamento e collaudo" con la certificazione delle quantità di barriere approntate e le risultanze delle verifiche effettuate. Le barriere collaudate con esito positivo saranno quindi consegnate in cantiere per la posa in opera, che avverrà in analogia a quanto descritto, nel presente Capitolato Speciale, per le barriere in conglomerato cementizio.

#### 4.5 Attenuatori frontali

Gli attenuatori dovranno essere testati secondo la norma EN 1317-3. Gli attenuatori si dividono in redirettivi e non-redirettivi, nel caso in cui sia probabile l'urto angolato, frontale o laterale, sarà preferibile l'uso di attenuatori redirettivi. Particolare attenzione dovrà essere fatta alle zone di inizio barriere, in corrispondenza di una cuspide; esse andranno eseguite solo se necessarie in relazione alla morfologia del sito o degli ostacoli in esso presenti e protette in questo caso da specifici attenuatori d'urto. (salvo nelle cuspide di rampe che vanno percorse a velocità 40 km/h).

Si useranno assorbitori a bags multiple in polietilene lineare rotostampato assemblati con funi di collegamento in acciaio e riempiti con sacche di appesantimento in acqua salata.

## 5. RECINZIONI METALLICHE

### 5.1 Caratteristiche delle opere

Le recinzioni si distinguono in funzione della loro destinazione e posizione, nelle tipologie seguenti:

#### ***5.1.1 Recinzione laterale tipo R.1.A alta 1,22 m con rete a maglie elettrosaldate***

È la recinzione normalmente usata per i bordi laterali del corpo autostradale ed è costituita da una rete metallica in filo di acciaio, a maglie differenziate dell'altezza di 119,4 cm, sorretta da montanti costituiti da paletti di acciaio di sezione ad U, dell'altezza di 122 cm dal piano di campagna, posti mediamente ad interasse di 2,00 m.

Detta rete dovrà essere elettrosaldata, zincata e quando previsto, rivestita con una pellicola in PVC di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).

Ogni 30 m circa ed in corrispondenza di piccole deviazioni del tracciato, sarà posto un montante di controvento dotato di una saetta di sezione ad U, unita ad esso a mezzo di bulloncini zincati del tipo TDE M 8x25, completi di dado e rondella.

Ogni 100 m circa e nel caso di rilevanti variazioni angolari del tracciato, saranno posizionati montanti di caposaldo, uguali ai precedenti ma dotati di due saette, collegate al sostegno come sopra.

Ai suddetti montanti saranno fissati tre ordini di filo di irrigidimento in acciaio zincato e, se previsto, plasticato di color verde; a questi sarà fermata la rete mediante legature ogni 50 cm in modo che questa aderisca perfettamente e si presenti uniformemente tesa, senza ondulazioni o bombature.

I fili di tensione saranno legati ad ogni montante e tesi da tenditori ad occhiello in acciaio zincato o quando previsto, del tipo a molla e sfera di acciaio in monoblocco di zinco pressofuso, applicati ad ogni caposaldo. Ogni 100 m di recinzione saranno apposte targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso".

#### ***5.1.2 Recinzione laterale tipo R.1.B. alta 2,12 m con rete a maglie elettrosaldate***

È la recinzione normalmente usata per le stazioni - posti di manutenzione - parcheggi - depositi della Società - aree di servizio - sullo spartitraffico adiacente le aree di servizio, nella zona compresa tra gli scambi di carreggiata nei casi in cui il corpo stradale si trovi in prossimità di insediamenti residenziali, industriali o di viabilità ordinaria.

Sarà costituita da una rete delle medesime caratteristiche della precedente, a maglie differenziate, rivestita quando previsto, con una pellicola in PVC di color verde R.A.L. 6005, ma di altezza di 180,3 cm e sormontata da due ordini di corda spinosa, sovrapposti di 14,5 cm; la corda sarà composta da due fili di acciaio zincato con triboli a quattro punte distanziati fra loro di 10 cm e, quando previsto, plasticata di colore verde.

I montanti intermedi, di controvento e di caposaldo avranno altezza di 212 cm dal piano di campagna e saranno disposti come descritto per la rete del tipo R.1.A., uno o due saette completeranno il sistema di sostegno della recinzione.

La rete sarà fissata a quattro ordini di filo di irrigidimento e montata con le stesse modalità della precedente avendo cura di darla in opera perfettamente fissata e tesata.

Tutti gli altri componenti la recinzione: legatura, targhette, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno caratteristiche uguali a quelle descritte per la recinzione di tipo R.1.A.

### **5.1.3 Recinzione laterale tipo R.1.B. "FAUNISTICA" alta m 2,12**

La recinzione "Faunistica" sarà uguale alla recinzione di tipo R.1.B. ad eccezione degli ordini di corda spinosa posti alla sommità della recinzione stessa, che saranno sostituiti da due ordini di filo liscio del tipo usato per i tenditori.

La recinzione "Faunistica" sarà installata nei bordi perimetrali della proprietà autostradale qualora il tracciato autostradale attraversi zone con presenza di ungulati o animali selvatici particolari: foreste, parchi Nazionali, aziende faunistiche e venatorie, enti produttori di selvaggina, zone adibite a ripopolamenti, ecc.

L'installazione di detta recinzione sarà eseguita prevalentemente nei tratti in trincea posti a monte della carreggiata dove il dislivello della scarpata favorisce il salto degli animali all'interno della carreggiata autostradale.

### **5.1.4 Recinzione laterale tipo R.2.A. alta 1,25 m con rete a maglie annodate**

Sarà posta sui bordi laterali dei tratti autostradali montani o su terreni che presentano delle notevoli variazioni di pendenza.

Sarà composta da una rete a maglie annodate e differenziate, dell'altezza di 120,1 cm, con sostegni e saette delle stesse dimensioni della recinzione di tipo R.1.A.

La rete sarà realizzata con fili orizzontali continui, distanziati fra di loro e ad essi saranno fissati sulla stessa linea verticale n. 15 segmenti di filo aventi lunghezza uguale a quella delle maglie. I segmenti di filo verticali saranno avvolti con due spirali ai fili orizzontali continui.

I montanti di controvento, di caposaldo e gli accessori saranno disposti come quelli per la recinzione R.1.A., ma con diversa posizione dei fori per il fissaggio dei fili tenditori, delle saette e dei tenditori ad occhiello.

Ai montanti saranno fissati tre ordini di filo di irrigidimento ed a questi sarà fermata la rete mediante legature ogni 46 cm, in modo che si adatti perfettamente al profilo dei terreni di posa evitando così la presenza di ondulazioni o bombature di qualsiasi genere.

Tutti gli altri componenti la recinzione: legatura, targhette, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno caratteristiche uguali a quelle descritte per la recinzione di tipo R.1.A.

### **5.1.5 Recinzione laterale tipo R.3.A. alta 1,25 m con rete a maglie elettrosaldate**

È la recinzione normalmente usata per i bordi laterali del corpo autostradale.

Sarà costituita da una rete metallica in filo di acciaio a maglie differenziate di altezza di 119,4 cm, sorretta da montanti costituiti da paletti di acciaio dell'altezza di 125 cm dal piano di campagna, posti mediamente ad interasse di 2,50 m. Detta rete sarà elettrosaldata, zincata e quando previsto, rivestita con una pellicola in PVC di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).

Ogni 30 m circa ed in corrispondenza di piccole deviazioni del tracciato, sarà posto un montante di controvento dotato di una saetta, unita al sostegno a mezzo di un gancio zincato,

oppure mediante staffe, collari e cappellotti. Le saette dovranno essere installate sulla stessa linea della rete.

Ogni 100 m circa e nel caso di rilevanti variazioni angolari del tracciato saranno posizionati montanti di caposaldo, uguali ai precedenti, ma dotati di due saette, anch'esse collegate al sostegno come descritto precedentemente.

I sostegni suddetti saranno costituiti da montanti tubolari in acciaio a sezione circolare con nervatura longitudinale sagomata per permettere il fissaggio della rete; saranno zincati a caldo, sia esternamente che internamente, con una massa minima di zinco pari a 140 g/m<sup>2</sup> e successivamente rivestiti con una pellicola in poliestere (PE) dello spessore minimo di 60 µm, di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR), oppure di colore grigio R.A.L. 7030 (in abbinamento alla rete di tipo zincata).

Dovranno avere inoltre un modulo di resistenza minimo di  $W_x = W_y = 2,30 \text{ cm}^3$  per i sostegni intermedi e di 1,30 cm<sup>3</sup> per i sostegni di controvento e di caposaldo.

I sostegni saranno dotati di cappucci in alluminio o in plastica del colore previsto.

Il collegamento della rete ai sostegni avverrà mediante graffette a Clips-inox, poste in opera a mezzo di una speciale pinza sagomata, ogni 30 cm, in modo che la rete aderisca perfettamente e si presenti uniformemente tesa, senza ondulazioni o bombature.

I collegamenti tra montanti e saette saranno realizzati con bulloni in acciaio del tipo M 8X30 con un gancio opposto alla parte filettata, completi di bullone in acciaio, guarnizione e rondella in plastica, oppure mediante staffe o collari con i relativi cappellotti del colore previsto.

Ogni 100 m di recinzione saranno apposte targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso - I trasgressori saranno puniti a norma di legge".

#### ***5.1.6 Recinzione laterale tipo R.3.B. alta 1,85 m con rete a maglie elettrosaldate***

Sarà ubicata in alcuni posti di manutenzione - parcheggi - depositi della Società - aree di servizio - sullo spartitraffico adiacente le aree di servizio - nella zona compresa tra gli scambi di carreggiata - nei casi in cui il corpo stradale si trovi in prossimità di insediamenti residenziali, industriali o di viabilità ordinaria.

Sarà composta da una rete del tipo R.3.A, ma di altezza 180,3 cm.

I montanti intermedi, di controvento e di caposaldo avranno l'altezza di 185 cm dal piano di campagna e saranno disposti come descritto per la recinzione R.3.A., protetti da un rivestimento dello stesso tipo, precedentemente descritto. Il loro modulo di resistenza minimo  $W_x$  e  $W_y$  sarà di 2,30 cm<sup>3</sup>.

La rete sarà fissata ai montanti con le stesse modalità della precedente con graffette inox ogni 30 cm.

Tutti gli altri componenti la recinzione avranno le medesime caratteristiche descritte per la recinzione tipo R.3.A.

### **5.1.7 Recinzione di protezione sulle opere d'arte tipo R.9.A. alta 1,98 m**

Questo tipo di protezione sarà montato sui cordoli delle opere d'arte a luce limitata con parapetto metallico nella cui area sottostante siano presenti centri abitati, viabilità ordinaria o insediamenti industriali ed il cui scopo è quello di impedire la caduta di oggetti.

Sarà composta da una rete fissata a dei montanti in acciaio, di sezione ad U, posti dietro i sostegni del parapetto, normalmente ad interasse di 1,33 m, ai quali saranno uniti mediante due fasce di nastro metallico e graffettate.

La rete, alta 193 cm, sarà fissata con legature a quattro ordini sovrapposti di fili di tensione ogni 50 cm, legati ad ogni montante e tesi con tenditori applicati ai montanti terminali e di controvento, come già descritto per la normale recinzione laterale.

Dovrà essere elettrosaldata, zincata, a maglie quadrate e dovrà essere posizionata alla distanza di 2,5 cm dal cordolo del manufatto. All'inizio ed al termine di ogni tratta saranno montate delle saette, di sezione ad U, ancorate con malta di cemento reoplastico in fori da predisporre nel coronamento dell'opera.

Tutti gli altri componenti la protezione: fili di tensione e legature, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno le stesse caratteristiche previste per le recinzioni laterali tipo R.1.A e R.1.B.

### **5.1.8 Recinzione antiscavalamento per Aree Di Servizio tipo R.4.B. alta 2,40 m**

La recinzione tipo R.4.B. sarà ubicata nei confini della proprietà autostradale in prossimità delle aree di servizio.

La recinzione è costituita da pannelli di rete metallica a maglie rettangolari dell'altezza di 240 cm, sorretta da montanti scatolari opportunamente sagomati, posti ad interasse di 2,53 m.

I pannelli di rete sono composti da due elementi sovrapposti per ogni interasse, di dimensione diverse, realizzati per mezzo di fili verticali e piatti orizzontali elettrosaldati; il secondo pannello avrà la parte superiore inclinata di 45 gradi verso l'esterno per una lunghezza di 40 cm, in modo da impedire l'accesso di persone dall'esterno.

Saranno zincati, previa fosfatazione e rivestiti con una pellicola di poliestere dello spessore di 100 µm, di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L 840 HR).

Ai tubolari, di sezione quadrata, saranno fissati i pannelli di rete mediante staffe inox e bulloni di sicurezza antisvitamento, ogni 40 cm, in modo che aderiscano perfettamente ai montanti stessi. In caso di terreni ondulati i pannelli saranno posizionati in modo sfalsato mediante l'utilizzo di sostegni più lunghi.

I tubolari saranno zincati a caldo, sia esternamente che internamente con una massa minima di zinco pari a 130 g/m<sup>2</sup> per ogni faccia, previa fosfatazione: dovranno avere un modulo di resistenza pari a  $W_x = W_y = 1,35 \text{ cm}^3$  e saranno infine rivestiti con una pellicola di poliestere dello spessore minimo di 60 µm, di colore verde RAL. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).

Per collegare tra di loro il pannello inferiore a quello superiore ed entrambi al sostegno saranno utilizzati giunti di collegamento in profilato in acciaio a C, zincati e rivestiti come i tubolari, del colore verde previsto, mentre i cappucci per i sostegni saranno realizzati in plastica, del colore verde previsto, di forma tale da poter essere inseriti perfettamente nei pali scatolari.

Il collegamento della rete ai sostegni avverrà a mezzo di staffe di sicurezza in acciaio pressofuso utilizzando speciali viti di sicurezza che saranno realizzate in acciaio INOX AISI 303 del tipo TT M 6x60; le suddette viti saranno formate da una semisfera filettata e da una testa esagonale che a serraggio avvenuto si distaccherà dalla parte sferica la quale invece rimarrà a vista.

I relativi copribulloni saranno realizzati in plastica a forma di asola e saranno collocati sulle cavità delle staffe di fissaggio in corrispondenza del bullone a mezzo di silicone, mentre le graffette in acciaio INOX, saranno impiegate per collegare i pannelli in caso di formazione di angolo acuto.

Per motivi di sicurezza, la recinzione dovrà essere installata in modo che la bulloneria e le staffe di fissaggio dei pannelli, rimangano all'interno della proprietà autostradale in modo da impedire eventuali manomissioni.

L'Appaltatore dovrà inoltre fornire tutti gli accessori necessari alla completa esecuzione del lavoro e in particolare nel caso di recinzione installata su tracciati con angoli acuti o ottusi, dovrà provvedere a fornire pali con forme particolari, graffe speciali e quanto altro occorra per avere l'opera rispondente alle necessità richieste.

I cancelli di sicurezza saranno realizzati secondo le prescrizioni, forme e dimensioni contenute nei disegni di Progetto.

Dovranno aprirsi verso l'interno della proprietà autostradale e dovranno essere muniti di serrature anti-trapano del tipo "kama" o di altro tipo che comunque dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Inoltre, le maniglie dovranno essere posizionate solo nella parte interna del cancello.

Ogni 100 m di recinzione saranno apposte le previste targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso - I trasgressori saranno puniti a norma di Legge".

## **5.2 Qualità dei materiali - Prove**

### **5.2.1 Qualità dei materiali**

#### 1) Caratteristiche dell'acciaio.

I montanti e le saette impiegati per le recinzioni dovranno essere esenti da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra per spessori e finiture; dovrà essere della qualità UNI EN 10025 - S235 JR.

L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici, dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303 : 1994 - Classe 1.

La rete, i fili di tensione e la corda spinosa saranno realizzati in acciaio crudo, con resistenza minima unitaria di rottura di 45 kg/mm<sup>2</sup>, mentre i fili di legatura, in acciaio dolce, ad eccezione dei fili longitudinali della rete a maglie annodate, che dovranno avere una resistenza minima unitaria di rottura di 110 kg/mm<sup>2</sup>.

#### 2) Tolleranze dimensionali.

Nella costruzione dei profilati di acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e le tolleranze previste dalle norme UNI 7344. Per le tolleranze degli spessori dei profilati e della rete, sarà accettata una tolleranza massima di  $\pm 0,05$  mm.

#### 3) Zincatura delle reti, fili, corde spinose.

La rete, i fili e la corda spinosa saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante). In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 g/m<sup>2</sup>.

Il rivestimento protettivo della rete dei fili e della corda spinosa delle recinzioni sarà costituito da zinco di qualità Zn 99,95 oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio. In questo caso, la percentuale di alluminio presente nella lega, non dovrà superare il 5%.

#### 4) Zincatura dei sostegni e delle saette tradizionali ad U.

Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo, il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti, secondo le norme CNR-CEI n.7-6/VII 1968. Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 350 g/m<sup>2</sup>. Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95.

#### 5) Zincatura dei sostegni e delle saette tubolari a sezione circolare.

Il rivestimento delle superfici sia interne che esterne dei tubolari a sezione circolare sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo o con processo sendzimir; dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti, secondo le norme CNR-CEI n.7-6/VII 1968.

Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 140 g/m<sup>2</sup>. Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95.

Questi tipi di componenti saranno successivamente rivestiti con poliestere.

#### 6) Zincatura dei pannelli e pali.

Il rivestimento delle superfici, sia interne che esterne, dei profilati formati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo; dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti. Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 40 g/m<sup>2</sup> per i pannelli e di 130 g/m<sup>2</sup> per i pali.

Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95.

Questi tipi di componenti saranno successivamente rivestiti con poliestere.

#### 7) Fosfatazione.

I pannelli ed i pali per la recinzione di tipo R.4.B dovranno subire un processo di fosfatazione ai sali di zinco.

#### 8) Rivestimento di protezione.

I pali e gli accessori della recinzione di tipo R.4.B e dei montanti a sezione circolare della recinzione di tipo R.3, saranno ricoperti con un film di poliestere dello spessore di 60 µm mentre i pannelli con un film dello spessore di 100 µm, di colore verde RAL 6005; le reti elettrosaldate saranno invece, quando previsto, ricoperte da un film in PVC dello stesso colore. Tali films dovranno essere perfettamente aderenti ad essi, resistenti all'azione da parte dei raggi ultravioletti ed infrarossi, alle variazioni di temperatura, essere non infiammabile e stabile nei colori.

La corda spinosa e i fili saranno zincati e rivestiti analogamente.

### **5.2.2 Prove sui materiali**

#### 1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e della bulloneria.

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme UNI EN 10025.

Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

## 2) Prove di corrosione.

La rete, i fili e la corda spinosa saranno sottoposti alla prova di sollecitazione corrosiva, di 28 cicli per la rete tradizionale o di 20 cicli per la rete relativa alla recinzione di tipo R.4.B, in clima variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa, secondo le Norme DIN 50018 SFW 1.0S (un litro di SO<sub>2</sub> per un volume totale della camera di 300 l). I relativi provini saranno deposti nell'apparecchio di "Kesternich" per la durata massima dei 28 o 20 cicli previsti.

Ogni ciclo avrà la durata di 24 h, suddiviso in due parti: nella prima parte, della durata di 8 h, i campioni saranno sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo composto da H<sub>2</sub>O + SO<sub>2</sub>; nella seconda parte i campioni saranno tenuti a riposo mediante aerazione degli stessi.

Il materiale sarà ritenuto accettabile qualora al termine della prova della durata dei cicli richiesti, i campioni non abbiano subito alcuna entità di ossidazione aderente e/o permanente.

La rete zincata rivestita con film in PVC sarà sottoposta alla prova di sollecitazione corrosiva, precedentemente descritta, dopo aver asportato chimicamente la pellicola di PVC.

Gli eventuali films di PVC di rivestimento della rete dovranno rispondere inoltre ai seguenti requisiti senza che al termine delle prove subiscano alcuna alterazione:

- Resistenza all'invecchiamento ponendo i campioni in forno a ventilazione forzata, alla temperatura di  $80 \pm 2$  °C per 6 h secondo le Norme DIN 16938.
- Stabilità dei colori esponendo i campioni ad una sorgente luminosa UV di 2000 W per 24 h.
- Ciclaggio termico, ponendo i campioni a sbalzi di temperatura di  $\pm 20$  °C alternati in maniera rapida ogni ora.

Relativamente ai sostegni e alle saette tradizionali zincati con sezione ad U, le caratteristiche del rivestimento di zinco saranno verificate con le prove previste dalle Norme CNR - CEI n. 7-6/VII 1968 descritte di seguito:

- Determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica.
- Determinazione della massa dello strato di zinco.
- Determinazione dello spessore dello strato di zinco.
- Determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco.
- Determinazione della aderenza dello strato di zinco.

Relativamente ai montanti e alle saette tubolari a sezione circolare zincate e rivestite in poliestere, dovranno essere sottoposti alla prova di sollecitazione corrosiva di 20 cicli in clima variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa secondo le norme DIN 50018 SFW 1,0 S.

I relativi provini saranno deposti nell'apparecchio di "Kesternich" dopo l'esecuzione di un intaglio sulla pellicola di poliestere parallelo all'asse del sostegno per la durata massima di 20 cicli e testati come previsto per la rete.

La pellicola di poliestere di rivestimento dovrà rispondere ai seguenti requisiti, senza che al termine dei quali subisca alcuna alterazione:

- Prova alla nebbia salina secondo le Norme ASTM-B 117 resistenza fino a 1000 h.
- Prova di aderenza della pellicola di poliestere (PE) secondo le Norme DIN 53151 (GT=G).
- Prova di resistenza alla luce con lampade XE-NON 6000 W, nessuna alterazione dopo 2000 h.

Relativamente a tutti gli altri accessori, dovranno essere verificati con le norme e i criteri dei relativi settori di appartenenza e comunque nel rispetto delle norme già descritte.

### 5.3 Accettazione dei materiali

I materiali da impiegare nelle lavorazioni dovranno essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione. I materiali dovranno essere forniti da Produttori certificati secondo la UNI EN ISO 9001 in conformità a quanto previsto dalla Circolare del Ministero dei lavori Pubblici del 30/05/96 n.125 e successive modificazioni.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dalla qualità dei materiali stessi.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati circa le attestazioni e la regolarità delle lavorazioni. La qualità dei materiali sarà verificata tutte le volte che questa lo riterrà opportuno. Di norma le campionature saranno eseguite con la cadenza descritta di seguito, tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti della recinzione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore:

#### 1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio:

- un prelievo per ogni 5.000 m di impianto e comunque una prova per ogni partita pervenuta in cantiere.

#### 2) Prove relative alle caratteristiche anticorrosive:

- un prelievo per ogni 3.000 m di impianto e comunque una prova per ogni partita pervenuta in cantiere.

Le campionature relative alla zincatura dovranno essere inviate dalla Direzione dei Lavori al "Laboratorio Autostrade" (Centro rilevamento dati e prove sui materiali), per essere sottoposte alle analisi di controllo.

Le campionature relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria saranno invece inviate dalla Direzione dei Lavori presso un laboratorio qualificato a scelta della stessa Direzione Lavori. I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle parti e ad essi si farà riferimento a tutti gli effetti.

Qualora le prove eseguite su una serie di campioni risultasse fuori norma, esse saranno ripetute su ulteriori due serie e soltanto se i risultati di queste ultime avranno dato esito positivo il materiale sarà ritenuto idoneo; in caso contrario saranno applicate le penali di seguito elencate.

Per quanto concerne il montaggio, la corretta e regolare esecuzione dei lavori sarà accertata dalla stessa Direzione Lavori che potrà richiedere anche la demolizione dell'opera in caso di grave negligenza.

#### 5.4 Modalità d'esecuzione

I lavori di posa in opera della recinzione si svolgeranno ai lati del corpo autostradale e delle sue pertinenze, lungo un tracciato che di norma seguirà il limite della proprietà autostradale, salvo disposizioni diverse.

L'Appaltatore dovrà predisporre per una fascia larga 1,00 m circa e per le tratte previste dal Progetto, il taglio della vegetazione sia erbacea che arbustiva di qualsiasi specie e forma, comprese le piante di alto fusto, lo spianamento e la sistemazione del piano di posa della recinzione.

I materiali rimossi dovranno essere di volta in volta allontanati dalle pertinenze autostradali a meno che la Direzione Lavori non disponga il loro reimpiego in sito.

I montanti, come le saette, dovranno essere ancorati al terreno con blocchetti di calcestruzzo o con cordoli di cemento armato, dimensionati fino a resistere senza visibile cedimento ad una spinta orizzontale di 60 kg, applicata sul paletto all'altezza di 1,00 m da terra mentre in caso di terreni rocciosi, strutture in calcestruzzo o pavimentazioni, saranno ancorati in fori di dimensioni adeguate, eseguiti preventivamente e successivamente riempiti di conglomerato cementizio reoplastico.

Al piede della rete e fino a coprire la prima maglia in basso, sarà eseguito un ricalzo con terra o altro materiale analogo.

In corrispondenza di fossi o tombini saranno riportati pezzi di rete verticali od orizzontali sistemati e fissati a chiusura del cavo del fosso o dell'imbocco del tombino; nel caso che la recinzione termini o inizi contro o sopra un muro di sostegno, la rete dovrà essere prolungata e fissata al muro mediante chiodi sparati in modo da impedire il passaggio o lo scavalco dello stesso.

Nel caso di sostituzione di tratti di recinzione obsoleta, è fatto obbligo che i lavori di posa in opera della nuova recinzione seguano immediatamente quelli di rimozione affinché non rimangano tratti non protetti o comunque varchi o passaggi aperti.

L'eventuale rimozione dei sostegni potrà avvenire ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori, sia mediante il taglio alla base degli stessi, sia mediante la rottura in sito o l'asportazione dei blocchetti o dei cordoli di fondazione.

La misurazione della fornitura in opera o della rimozione delle varie tipologie di recinzione sarà eseguita per tratte continue comprese fra le due estremità e sarà valutata per il suo sviluppo in opera senza tener conto di eventuali sovrapposizioni.

#### 5.5 Penali

Qualora le caratteristiche e la qualità dei materiali, non dovessero corrispondere ai limiti in precedenza indicati, la partita sarà ritenuta in penale e la Direzione Lavori procederà alla loro applicazione nel modo di seguito descritto:

1) Per irregolarità relative alla qualità dell'acciaio, spessori e dimensioni dei materiali e quanto altro possa concorrere anche in modo parziale a compromettere la resistenza strutturale degli impianti:

- in questo caso l'Appaltatore sarà tenuto a sostituire a sue spese i materiali in difetto con altri che rispondano alle caratteristiche richieste. I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

2) Per irregolarità relative alle caratteristiche delle protezioni anticorrosive dei materiali metallici od altro, che comunque non concorrano a compromettere la resistenza degli impianti:

- in questo caso si procederà all'applicazione di una sanzione pari a quelle indicate nella tabella seguente:

PENALI RELATIVE ALLE ZINCATURE	
Variazione percentuale di quantità o qualità anticorrosiva in meno, rispetto al richiesto	Sanzione percentuale da applicarsi sul prezzo/i relativo all'opera non a norma
Fino al 10% in meno	10%
Dal 10% al 20% in meno	15%
Oltre il 20% in meno	Sostituzione dei materiali in difetto

3) Per irregolarità relative alle modalità di esecuzione:

in questo caso l'Appaltatore è tenuto a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o a parte di essi se questi non fossero stati eseguiti secondo le indicazioni progettuali o della Direzione Lavori.

***CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO NORME TECNICHE***  
***OPERE D'ARTE MAGGIORI***

**SOMMAIRE / INDICE**

<b>SOMMAIRE / INDICE</b> .....	2
1. SEZIONE 1 – SCAVI E RINTERRI.....	4
1.1 PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI .....	4
1.2 DISERBAMENTO E SCOTICAMENTO .....	4
1.3 SCAVI IN GENERE .....	4
1.4 RINTERRI.....	5
1.5 PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI.....	6
2. SEZIONE 2 – OPERE DI SOSTEGNO.....	12
2.1 Generalità.....	12
2.2 Normativa di riferimento .....	12
2.3 Paratie di micropali.....	13
2.4 Palancole.....	14
3. SEZIONE 3 – PALI E MICROPALI .....	16
3.1 Oneri e prescrizioni generali.....	16
3.2 Pali trivellati.....	17
3.3 Micropali.....	19
4. SEZIONE 4 – OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....	23
4.1 Premessa .....	23
4.2 Normativa nazionale.....	23
4.3 Normativa europea.....	24
4.4 Documentazione tecnica.....	28
4.5 Prescrizioni generali .....	29
4.6 Caratteristiche e requisiti dei materiali costituenti il conglomerato cementizio.....	32
4.7 Caratteristiche e requisiti del conglomerato cementizio.....	35
4.8 Requisiti minimi delle miscele in relazione all'impiego .....	36
4.9 Prescrizioni per i singoli tipi di calcestruzzo.....	38
4.10 Qualifica dei mix design per conglomerati cementizi .....	40
4.11 Controlli di conformità in corso d'opera e frequenze di prova .....	43
4.12 Caratteristiche dell'acciaio d'armatura per c.a. ....	47
4.13 Norme e regole di esecuzione.....	50
5. SEZIONE 5 – OPERE IN ACCIAIO .....	60
5.1 Classi di esecuzione .....	60
5.2 Requisiti e obblighi dell'esecutore .....	60
5.3 Qualità dei materiali da impiegare.....	61
5.4 Prove di accettazione dei materiali .....	66
5.5 Lavorazioni d'officina e prescrizioni.....	68
5.6 Bullonature .....	69
5.7 Saldature .....	73
5.8 Premontaggio in officina delle strutture per ponti.....	95
5.9 Trattamenti superficiali.....	99
6. SEZIONE 6 – PONTI.....	105
6.1 Generalità.....	105
6.2 Normativa di riferimento .....	105
6.3 Documentazione tecnica.....	110

---

6.4	Documenti di varo .....	110
6.5	Prove .....	111
6.6	Impalcati a struttura mista acciaio – calcestruzzo .....	111
6.7	Isolatori sismici.....	111
6.8	Giunti di dilatazione .....	112
7.	SEZIONE 7 - PROTEZIONE E IMPERMEABILIZZAZIONE MANUFATTI IN CALCESTRUZZO .....	115
7.1	Generalità.....	115
7.2	Cappa in asfalto sintetico.....	116
7.3	Vernice protettiva traspirante per le superfici in calcestruzzo .....	121

## 1. Sezione 1 – Scavi e rinterri

### 1.1 PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI

Le terre da utilizzare per l'esecuzione delle opere in terra di seguito descritte, per essere ritenute idonee e quindi impiegabili, dovranno soddisfare i requisiti di idoneità e i criteri di classificazione delle terre indicati nella norma UNI 11531-1/2014.

### 1.2 DISERBAMENTO E SCOTICAMENTO

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi.

Lo scoticamento consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale, di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua.

Nell'esecuzione dei lavori l'ESECUTORE dovrà attenersi a quanto segue:

- a) il diserbamento e lo scoticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o formazione di rilevato secondo piani regolari individuati da livellette longitudinali come riportato nel progetto costruttivo.
- b) dovrà indicare i limiti dell'area di costruzione e, dove necessario, la DIREZIONE LAVORI indicherà tutti gli alberi, i cespugli, le piante ed altro che dovrà essere lasciato sul posto.
- c) tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso.

### 1.3 SCAVI IN GENERE

Per scavo s'intende l'enucleazione, rimozione e trasporto di terreni di qualsiasi natura e di materiali litoidi che rientrino nelle seguenti categorie:

- terreni vegetali ed organici, suoli, riporti artificiali di varia natura;
- terreni sciolti e granulari anche se addensati o con modesta cementazione;
- terreni coesivi, a comportamento plastico, in formazioni spazialmente omogenee, o alternati a modesti livelli di materiale granulare cementato;
- materiali litoidi alterati nonché masse rocciose fessurate, con orientamento non preferenziale delle fessure con separazione della massa in blocchi di dimensione non superiore ad un metro cubo, non cementati.

Si intendono materiali litoidi quei materiali rocciosi coerenti e compatti che debbono necessariamente essere scavati con l'ausilio di macchine ad azione demolitrice, ripper, demolitori, fioretti, martelli pneumatici, cunei idraulici, miscele espansive, etc.. Sono comprese anche le rocce in strati alternati nelle quali la presenza di fessurazioni e/o alterazioni non rechi pregiudizio alla compattezza dell'intera massa, ovvero con presenza di cemento di consistenza litoide nelle fessure.

Gli scavi possono essere:

- scavi di sbancamento: scavi interessanti superfici di dimensioni tali da consentire al mezzo di trasporto di raggiungere il fronte o il fondo di scavo;
- scavi di fondazione: scavi per i quali il fronte o il fondo di scavo è inaccessibile al mezzo di trasporto;
- scavi a sezione obbligata e/o ristretta: scavi continui (correnti o limitati) di sezione trasversale ristretta, da eseguirsi dal piano di campagna.

Nella esecuzione dei lavori di scavo l'ESECUTORE dovrà farsi carico delle prescrizioni e degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo.

- a) Refinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisoriale secondo quote e pendenze di progetto. L'Esecutore avrà cura che il fondo dello scavo sia compattato secondo le indicazioni del progetto.
- b) Segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della DIREZIONE LAVORI, ove previsto, prima di procedere a fasi di lavoro successive.  
Nel caso in cui questa prassi non venisse rispettata, la DIREZIONE LAVORI potrà richiedere all'ESECUTORE di rimettere a nudo le parti occultate senza che questi abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere.
- c) Provvedere alla demolizione e/o rimozione dei trovanti di qualsiasi natura e dimensione provvedendo altresì alla frantumazione dei materiali non trasportabili e/o non riutilizzabili.
- d) Eseguire, ove previsto dai documenti di progetto e/o richiesto dalla DIREZIONE LAVORI, scavi campione con prelievo di saggi e/o prove in sito ed analisi di laboratorio.
- e) Recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di scavo.
- f) Provvedere, con qualsiasi sistema (paratie, palancole, sbatacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.), al contenimento delle pareti degli scavi in accordo a quanto prescritto dai documenti di progetto, nel rispetto del piano di sicurezza ed in conformità alle norme di sicurezza.
- g) Adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campioni, etc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrati di qualsiasi natura, inclusi, ove necessario la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o temporaneamente deviate.
- h) Provvedere ad un adeguato drenaggio per evitare accumuli d'acqua nel fondo dello scavo, nonché ad aggettamento dell'acqua ove si rendesse necessario. L'ESECUTORE dovrà mantenere durante i lavori tutti i drenaggi funzionanti in modo da assicurare la fuoriuscita dell'acqua. I danni al lavoro, conseguenti a infiltrazioni d'acqua dovute alla mancata realizzazione di idonei drenaggi, dovranno essere immediatamente rimediati dall'ESECUTORE a sue spese.

#### 1.4 RINTERRI

Per rinterri si intendono:

- l'asportazione di zone di terreno non adeguato, al disotto del piano di posa di manufatti, delle trincee e dei rilevati, effettuata mediante sostituzione dei terreni del sottosuolo con materiale idoneo o mediante il trattamento degli stessi con calce;
- il riempimento di scavi provvisori eseguiti per la realizzazione di fondazioni, cunicoli, pozzetti, e quanto altro;
- la sistemazione superficiale eseguita con o senza apporto di materiale.

Nella effettuazione dei rinterri l'ESECUTORE dovrà attenersi alle seguenti prescrizioni ed oneri:

- a) L'asportazione del terreno dovrà essere eseguita quando prevista dal progetto, e ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare delle zone di terreno non idoneo (per es. un terreno altamente compressibile, non compattabile, dotato di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche) e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto o a prescrizioni contrattuali.
- b) Il riempimento dovrà essere eseguito utilizzando i seguenti materiali; con riferimento alla classificazione delle terre di cui alla norma UNI 11531 1/2014:

- A1, A2, A3 se provenienti da cave di prestito;
- A1, A2, A3, A4 se provenienti dagli scavi.

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto); per il materiale dei gruppi A2 e A4 gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto).

Dopo la compattazione, il valore della densità secca (AASHTO Modificata EN13286-2) dovrà essere almeno pari a quello previsto per le diverse tipologie di opere in terra, riportato nei paragrafi che seguono; il modulo di deformazione misurato mediante prova di carico su piastra, al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.05 MPa - 0.15 MPa, non dovrà essere inferiore a quello previsto per le diverse tipologie di opere in terra, riportato nei paragrafi che seguono; infine il rapporto dei moduli del 1° e 2° ciclo dovrà essere non inferiore a 0.45 (CNR-BU n. 146).

- c) Nel caso in cui lo scavo debba essere eseguito in presenza d'acqua, l'ESECUTORE dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa; per il rinterro dovrà essere utilizzato materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A1, A2-4 ed A3 (di cui alla classificazione delle terre della norma UNI 11531-1/2014).
- d) Il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà essere effettuato con materiale idoneo opportunamente compattato, secondo le prescrizioni del progetto.
- e) Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrato e cavi elettrici sarà effettuato con materiali sabbiosi (o comunque con materiali che durante l'operazione di rinterro non danneggino dette installazioni).
- f) La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali idonei sia provenienti dagli scavi che di fornitura dell'ESECUTORE e dovrà essere effettuata con spandimento a strati procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto.

## 1.5 PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI

- a) In merito alla individuazione dei materiali provenienti dagli scavi e riutilizzabili per la costruzione delle opere in terra, sarà cura ed onere dell'ESECUTORE, prima dell'inizio dei lavori, esperire una campagna di indagini allo scopo di fornire alla DIREZIONE LAVORI un'esauriente documentazione sia per quanto attiene le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali che per quanto concerne la disponibilità in funzione delle esigenze quantitative e temporali derivanti dal programma di esecuzione dei lavori.  
Qualora i quantitativi dei materiali individuati fossero insufficienti alle esigenze di costruzione, sarà cura dell'ESECUTORE presentare anche un'analoga documentazione relativa alle cave di prestito.
- b) La provenienza ed il tipo di materiale da utilizzare dovranno essere preventivamente comunicati alla DIREZIONE LAVORI.
- c) Sarà cura dell'ESECUTORE provvedere all'aerazione ed alla fornitura dell'acqua necessaria per ottenere l'umidificazione ottimale, ai fini della compattazione, dei materiali utilizzati per i rinterri ed i rilevati.
- d) In presenza di paramenti flessibili e murature laterali la compattazione a ridosso delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.

In particolare si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino ad una distanza inferiore a 1.5 m. da opere preesistenti.

A ridosso dei manufatti l'ESECUTORE dovrà usare mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e densità richiesti anche operando su strati di spessore ridotto. Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi etc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

- e) Sarà cura dell'ESECUTORE fare effettuare le prove in sito e di laboratorio previste dalla "Specifiche di Controllo", così come quelle integrative che la DIREZIONE LAVORI ritenesse necessarie per accertare la qualità del lavoro.
- f) Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'ESECUTORE dovrà garantire la presenza in cantiere temporanea o permanente di uno o più laboratori attrezzati per la esecuzione delle prove previste dalle "Specifiche di Controllo".  
Tale laboratorio dovrà avvalersi di personale qualificato e numericamente adeguato al quantitativo di prove da eseguire.
- g) Sarà cura dell'ESECUTORE provvedere al controllo e al contenimento di acque di falda e superficiali, provvedendo alla costruzione delle opere di drenaggio definitive ed alla realizzazione di tutte le opere provvisorie (well-point, palancolate, deviazioni, aggettamenti, etc.) atte a garantire la qualità del lavoro da eseguire ed a garantire altresì il regolare deflusso delle acque.
- h) Sarà cura dell'ESECUTORE provvedere alla fornitura ed al trasporto dei materiali provenienti da cave di prestito così come di quelli provenienti dagli scavi.
- i) Nel caso in cui, in qualsiasi fase di lavoro, siano rinvenuti oggetti o materiali di valore od oggetti tutelati dalle leggi vigenti, l'ESECUTORE dovrà scrupolosamente attenersi a quanto prescritto dal Contratto.
- j) Sarà onere dell'ESECUTORE provvedere alla profilatura delle scarpate, delle banchine e dei cigli ed alla costruzione degli arginelli, se previsti, nonché alla maggiorazione delle dimensioni di progetto dei rilevati per tener conto dell'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle previste nel progetto costruttivo.
- k) Sarà onere dell'ESECUTORE il trasporto e lo smaltimento a discarica autorizzata di tutto il materiale di risulta (non idoneo al riutilizzo o comunque esuberante) proveniente dagli scavi o da scarti di vagliatura del materiale accantonato per il riutilizzo.
- l) Sarà cura dell'ESECUTORE, durante tutte le fasi di lavorazione, provvedere alla protezione e conservazione dei manufatti esistenti ed all'eventuale ricostruzione, in caso di danneggiamento o temporanea rimozione, nello stato in cui si trovavano prima della effettuazione dei lavori.
- m) Sarà cura dell'ESECUTORE provvedere alla pulizia, manutenzione e ripristino del manto stradale, sia relativamente alle strade di cantiere che alla viabilità esterna, in modo da preservare l'integrità delle superfici stradali percorse dai mezzi dell'ESECUTORE e di garantire costantemente la percorribilità delle strade anche in relazione agli aspetti concernenti la sicurezza.
- n) Sarà cura dell'ESECUTORE provvedere a programmare i lavori conformemente alle fasi costruttive previste in progetto e verificare che i dati provenienti dal monitoraggio in corso d'opera siano rispondenti a quelli previsti in progetto. Nel caso in cui si verificano degli scostamenti, dovrà essere tempestivamente informata la DIREZIONE

DEI LAVORI. Sarà inoltre onere dell'ESECUTORE raccogliere e consegnare alla DIREZIONE DEI LAVORI i dati del monitoraggio, con cadenza almeno mensile.

### ***1.5.1 Prescrizioni ed oneri particolari per la gestione dei materiali in esclusione dal regime dei rifiuti***

#### ***1.5.1.1 Riutilizzo nello stesso sito di produzione***

Il suolo scavato allo stato naturale, non contaminato, ai sensi della normativa vigente potrà essere utilizzato allo stato naturale nello stesso sito di produzione, in esclusione dal regime dei rifiuti ai sensi di quanto previsto dall'art. 185 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e dell'art. 41 della L. 98/13, previa caratterizzazione analitica; le modalità di campionamento ed analisi da adottare per tali materiali sono quelle previste dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e dal D.M. 05/02/98 e s.m.i. Nel caso in cui si verificassero dei superamenti rispetto ai limiti di norma, la gestione di tali materiali rientrerà nel regime rifiuti descritto nel successivo paragrafo.

#### ***1.5.1.2 Sottoprodotti***

Nel rispetto dei principi generali di tutela ambientale e di quanto previsto dagli elaborati specialistici di riferimento (progetto e/o documenti contrattuali) i materiali di risulta e quelli da utilizzare per l'esecuzione delle opere oggetto del presente Capitolato potranno essere gestiti in qualità di sottoprodotti ai sensi della normativa ambientale vigente (D.Lgs. 152/06 e s.m.i., D.M. 161/2012, L. 98/2013).

Qualora previsto dai documenti progettuali approvati dalle Autorità competenti nonché dai documenti contrattuali, il materiale derivante dallo scavo dovrà essere caratterizzato presso aree di deposito attrezzate al fine di valutarne la conformità all'utilizzo secondo la normativa vigente; le modalità di campionamento ed analisi da adottare per tali materiali sono quelle previste dal D.M. 161/12 e/o dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. I campioni dovranno essere sottoposti a determinazioni analitiche di laboratorio volte alla ricerca degli elementi ritenuti maggiormente significativi tra quelli elencati nella Tabella 1 dell'Allegato 5, Parte IV del D.Lgs. 152/06.

I risultati analitici dovranno risultare conformi ai limiti normativi per la specifica destinazione d'uso del sito di destinazione finale e pertanto saranno confrontati con i suddetti limiti di cui alla Tabella 1 dell'Allegato 5, Parte IV dello stesso D.Lgs. 152/06.

Nel caso in cui si verificassero dei superamenti rispetto ai limiti di norma, la gestione di tali materiali rientrerà nel regime rifiuti descritto nel successivo paragrafo.

### ***1.5.2 Prescrizioni ed oneri particolari per la gestione dei materiali in regime dei rifiuti***

Si riportano di seguito le prescrizioni da osservare nel caso in cui sia prevista la gestione di rifiuti provenienti dai movimenti terra oggetto del presente Capitolato.

#### ***1.5.2.1 Classificazione e caratterizzazione analitica dei rifiuti***

L'ESECUTORE, in fase di realizzazione dell'opera, è il produttore e il detentore dei rifiuti e come tale spetta a lui la corretta attribuzione dei codici CER, dopo avere eseguito le opportune indagini di caratterizzazione previste dalla normativa vigente.

Esse saranno preventivamente proposte all'ufficio della Direzione Lavori che avrà facoltà di richiedere eventuali analisi ambientali integrative senza che questo comporti alcun onere aggiuntivo.

La classificazione dei rifiuti deve pertanto essere effettuata sul campione tal quale ed è finalizzata all'attribuzione del corretto codice CER ai sensi dell'articolo 184 del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

Le modalità e i criteri di esecuzione del campionamento di rifiuto ai fini della caratterizzazione chimico-fisica dovranno essere tali da ottenere un campione rappresentativo secondo gli standard di cui alla norma UNI 10802 "Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi - Campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati" e alle norme UNI EN 14899 e UNI EN 15002.

Il referto contenente la corretta classificazione dovrà essere firmato e timbrato da un chimico iscritto all'Albo professionale, comprensivo del test analitico eseguito sul campione tal quale, della individuazione del corretto CER e della indicazione della corretta tipologia di discarica. Le attività analitiche dovranno essere eseguite da laboratori che hanno adottato la norma ISO/IEC 17025 e sono in possesso della relativa certificazione.

Per individuare il corretto impianto di smaltimento o recupero cui il rifiuto potrà essere conferito, inoltre, dovrà essere eseguito il test di cessione, comprensivo di tutti i parametri previsti dal DM 27/09/10 e dal DM 05/02/98 e s.m.i. Le prove di eluizione per la verifica dei parametri previsti dalle tabelle 2, 5, 5a e 6 del DM 27/09/10 e dalla tabella Allegato 3 "Criteri per la determinazione del test di cessione" del DM 05/02/98 e s.m.i. devono essere effettuate secondo le metodiche per i rifiuti monolitici e granulari di cui alla Norma UNI 10802.

L'ESECUTORE, nel rispetto dei principi generali in materia ambientale, dovrà comunque prediligere, laddove possibile, il conferimento presso impianti di recupero piuttosto che lo smaltimento finale in discarica. Pertanto, nel caso in cui, all'esito delle analisi e verifiche svolte, si verificassero dei superamenti rispetto ai limiti di cui all'Allegato 3 del D.M. 05/02/98 e s.m.i. e/o fosse dimostrata l'impossibilità del conferimento dei rifiuti presso qualsiasi tipologia di impianto di recupero dovrà essere definito il diverso sito di destinazione finale sulla base delle analisi e verifiche già svolte o, laddove fosse necessario, sulla base delle ulteriori e/o diverse analisi e verifiche richieste dalla normativa vigente.

La caratterizzazione ridotta dei rifiuti verrà effettuata quando la provenienza e la composizione dei rifiuti è nota a priori. Nel dubbio sulla composizione e natura del rifiuto, oppure qualora nel set ridotto non dovesse essere compresa una o più sostanze ritenute significative per l'attribuzione della pericolosità del materiale, si potrà aggiungere al set dei parametri per la caratterizzazione 'ridotta' ulteriori parametri da compensare con le voci di sovrapprezzo se economicamente conveniente rispetto all'effettuazione dell'analisi completa (caratterizzazione 'completa'). Rimane, in qualsiasi caso, la responsabilità della corretta attribuzione del CER in capo al produttore/detentore dei rifiuti.

#### ***1.5.2.2 Operazioni preliminari al trasporto dei rifiuti***

Prima del trasporto all'impianto di smaltimento/recupero l'ESECUTORE dovrà provvedere ai compiti di seguito elencati:

- a) deposito temporaneo dei rifiuti effettuato nel rispetto dei limiti quantitativi e qualitativi previsti dalla normativa vigente, per categorie omogenee e nel rispetto delle relative norme tecniche;
- b) carico dei rifiuti su idoneo mezzo di trasporto debitamente autorizzato ai sensi della normativa vigente, come meglio appresso specificato;
- c) accurata pulizia delle aree sgomberate relativamente alle predette operazioni di carico;
- d) pesatura dei rifiuti mediante pesa stradale riportante i vari quantitativi (peso lordo, peso netto, tara). In particolare, i rifiuti, precedentemente raccolti e suddivisi per tipologia, prima di essere avviati a destino, dovranno essere pesati. Per le operazioni di

pesatura, il cantiere dovrà essere attrezzato di una speciale bascula tarata della portata non inferiore a 20 tonnellate. La bascula sarà del tipo a registrazione automatica e dovrà essere montata attuando ogni accorgimento per la perfetta regolarizzazione del piano di appoggio. In alternativa alle prescrizioni su indicate, l'ESECUTORE potrà utilizzare quegli impianti di pesa pubblica autorizzati più prossimi al cantiere, o alle aree di lavoro a cui richiederà la certificazione attestante i requisiti di legge. Tale documentazione dovrà essere esibita alla Direzione delle Prestazioni a semplice richiesta. Ogni operazione di pesatura dovrà essere preventivamente concordata (giorno, ora e luogo) e sarà effettuata formalmente in contraddittorio con la Direzione delle Prestazioni, pena il mancato riconoscimento di quelle effettuate in difformità a quanto prescritto. La massa dei carichi, suddivisa per tipologia di rifiuti, sarà espressa in chilogrammi, dalla quale se ne detraerà la tara del veicolo e del cassone contenente i materiali ottenendo così la massa netta dei rifiuti che dovrà figurare nella documentazione prevista dalla normativa nazionale e comunitaria in accompagnamento al trasporto dei rifiuti (ad es. formulario di identificazione dei rifiuti, modello di accompagnamento al trasporto transfrontaliero, ecc.). Nel caso la pesatura non avvenga presso il cantiere, ma presso un impianto di pesa pubblica, sulle copie di detta documentazione dovrà essere riportato, prima dell'inizio del trasporto dal cantiere alla pesa, il quantitativo presunto del materiale da prelevare e dovrà essere barrata la casella di peso presunto sul medesimo, mentre il peso effettivo risultante dalla pesatura dovrà essere inserito nel campo "annotazioni" della stessa documentazione. Il peso del rifiuto sarà quello risultante dalla pesatura effettiva.

In riferimento alle analisi ed operazioni preliminari connesse alla caratterizzazione ed alla classificazione del rifiuto si rimanda a quanto disciplinato al paragrafo precedente.

L'ESECUTORE dovrà altresì prevedere, laddove necessario, all'espletamento di attività quali:

- a) l'umidificazione dei rifiuti nelle fasi di deposito e di carico per l'abbattimento delle polveri;
- b) adempimento i tutti gli obblighi di legge connessi all'attribuzione della posizione di produttore del rifiuto, incluso gli oneri di iscrizione al sistema di tracciabilità dei rifiuti nazionale e comunitario;
- c) tutte le attività necessarie a consentire il carico, lo scarico ed il trasporto, ivi incluse le eventuali operazioni finalizzate a ridurre il volume dei rifiuti ingombranti;
- d) l'attuazione di tutti i provvedimenti atti a ridurre le emissioni di gas e polveri e ad evitare il rilascio di materiale sulle strade da parte dei mezzi di trasporto;
- e) la bagnatura delle strade o delle piste di accesso alle aree oggetto dell'appalto;
- f) la conservazione della viabilità pubblica e privata preesistente per l'accesso ai siti di lavoro mediante pulizia e manutenzione;
- g) la predisposizione di segnaletica stradale e di cartellonistica informativa lungo il percorso di accesso al cantiere;
- h) la regolarizzazione del piano delle aree di giacenza dei rifiuti, dopo l'asportazione degli stessi, a quello di campagna esistente.

### ***1.5.2.3 Trasporto dei rifiuti dal luogo di produzione fino all'impianto di smaltimento/recupero***

Il trasporto dei rifiuti dovrà avvenire nel puntuale rispetto della normativa del codice della strada, nonché di ogni qualsiasi altra norma esistente in materia, utilizzando solo e soltanto gli automezzi autorizzati indicati dall'ESECUTORE. In particolare, l'ESECUTORE dovrà preventivamente fornire il nominativo del soggetto autorizzato al trasporto dei rifiuti e copia dell'iscrizione all'Albo gestori Ambientali.

L'ESECUTORE è in ogni caso responsabile, in quanto diretto produttore del rifiuto, del corretto conferimento del rifiuto ad un soggetto autorizzato e, in particolare, della verifica:

- a) della data di scadenza dell'iscrizione,
- b) che i mezzi utilizzati e i rifiuti da conferire siano compresi nell'iscrizione;
- c) che il rifiuto sia effettivamente conferito presso l'impianto di smaltimento/recupero.

L'ESECUTORE dovrà preventivamente fornire il nominativo dell'impianto di recupero o smaltimento cui i rifiuti verranno conferiti e una copia dell'autorizzazione.

L'ESECUTORE è in ogni caso responsabile, in quanto diretto produttore del rifiuto, del corretto conferimento del rifiuto ad un impianto autorizzato e, in particolare, della verifica:

- d) della data di scadenza della autorizzazione,
- e) che i rifiuti da conferire siano compresi nell'autorizzazione;
- f) di eventuali prescrizioni contenute nell'autorizzazione g) le attività connesse alla tracciabilità dei rifiuti, secondo quanto previsto dal D. Lgs. 152/2006 e dal DM 18 febbraio 2011, n. 52 e s.m.i. (per i soggetti obbligati o che abbiano volontariamente aderito al SISTRI) ovvero secondo quanto previsto dal D. Lgs. 152/2006 per i soggetti che - in quanto non obbligati - non abbiano aderito al sistema di tracciabilità dei rifiuti (SISTRI), dal reg. (CE) n. 1013/2006 e s.m.i. e da qualsiasi altra disposizione normativa applicabile in coerenza al sistema di gestione e di tracciabilità dei rifiuti adottato nel paese in cui ricade l'impianto di destinazione finale.

L'ESECUTORE dovrà adempiere direttamente, in quanto diretto produttore dei rifiuti, a tutti gli obblighi derivanti dalla normativa vigente nonché ad ogni e qualsiasi prescrizione che venisse emanata durante la vigenza del servizio affidato, sollevando conseguentemente il DIREZIONE LAVORI da ogni e qualsiasi responsabilità che venisse loro contestata a causa e per effetto dell'effettuando servizio. Il DIREZIONE LAVORI, in presenza di contestazioni, si riservano il diritto di risolvere il servizio appaltato per fatto e per colpa dell'ESECUTORE ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 1456 del codice civile salvo il diritto di porre in essere ogni azione ritenuta utile e pertinente per ottenere i risarcimenti dei danni eventualmente subiti a causa e per effetto dell'attivata risoluzione, inclusa l'esecuzione in danno.

Il pagamento delle prestazioni effettuate è subordinato all'avvenuto e constatato adempimento, da parte dell'ESECUTORE, dell'obbligo di conferimento del rifiuto, che dovrà essere comprovato attraverso la produzione della documentazione prevista dalla normativa vigente, rilasciata dall'impianto di recupero o smaltimento.

## 2. Sezione 2 – Opere di sostegno

### 2.1 Generalità

Le opere di sostegno di cui nel prosieguo fanno riferimento alla seguente classificazione:

- Paratie di micropali (berlinesi a sbalzo);
- Palancole metalliche tipo Larssen o equivalenti;

Le paratie di micropali sono costituite da:

- Micropali verticali;
- Puntoni realizzati con profili in acciaio;
- Cordolo di testata in c.a. gettato in opera.

Per palancola si intende un'opera costituita dall'accostamento di elementi realizzati per infissione nel terreno di profilati metallici i cui bordi longitudinali sono sagomati in modo da realizzare un'opportuna guida all'infissione e una tenuta dell'elemento adiacente.

Entrambe le tipologie di opere sono utilizzate, come da indicazione degli elaborati progettuali, come sostegno provvisorio degli scavi per la realizzazione delle fondazioni di spalle e pile laddove si rende necessario.

Per le possibili modalità di gestione dei materiali di risulta relativi alle opere di cui alla presente sezione si rimanda ai documenti specialistici (progetto e documenti contrattuali).

### 2.2 Normativa di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo alle norme di legge, istruzioni e normative tecniche applicabili, nonché a tutte quelle indicate nel presente documento e nelle sezioni di Capitolato richiamate nel testo.

Si elencano di seguito la principale normativa e documentazione di riferimento.

- D.M. 14 gennaio 2008 " Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Circolare 02 febbraio 2009 n° 617/ C.S.LL.PP. "Istruzioni per l' applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008";
- D.Lgs.03 aprile 2006 n° 152"Norme in materia ambientale";
- UNI EN 10248-1:1997 "Palancole laminate a caldo di acciai non legati - Condizioni tecniche di fornitura";
- UNI EN 10248-2:1997 "Palancole laminate a caldo di acciai non legati - Tolleranze dimensionali e di forma";
- UNI EN 10249-1:1997 "Palancole profilate a freddo di acciai non legati - Condizioni tecniche di fornitura";
- UNI EN 10249-2:1997 "Palancole profilate a freddo di acciai non legati - Tolleranze dimensionali e di forma";
- UNI EN 12063:2002 "Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Palancole";
- UNI EN 10025-1:2005 "Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura";

- UNI EN 10025-2:2005 "Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali";
- UNI EN 10080:2005 "Acciaio d'armatura per calcestruzzo - Acciaio d'armatura saldabile - Generalità";
- UNI EN 10210-1:2006 "Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura";
- UNI EN 10210-2:2006 "Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo";
- UNI EN 10219-1:2006 "Profilati cavi saldati formati a freddo per impieghi strutturali di acciai non legati e a grano fine - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura";
- UNI EN 10219-2:2006 "Profilati cavi saldati formati a freddo per impieghi strutturali di acciai non legati e a grano fine - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo";
- UNI EN 14199:2005 "Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Micropali".

## 2.3 Paratie di micropali

### 2.3.1 Materiali

#### 2.3.1.1 Barre in acciaio per c.a.

Le armature dovranno soddisfare le prescrizioni presenti nella Sezione "Opere in conglomerato cementizio" del presente Capitolato.

Relativamente alle travi di testa paratia, le armature metalliche dovranno essere di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dovranno essere costituite da staffe esterne ai ferri longitudinali.

#### 2.3.1.2 Tubi in acciaio

Si dovranno utilizzare tubi aventi caratteristiche geometriche e qualità dell'acciaio conformi a quanto indicato nei disegni di progetto.

I tubi dovranno essere del tipo senza saldature, con giunzioni a mezzo di manicotto filettato dello stesso spessore del tubo e di lunghezza adeguata, da verificare alla flessione in base ai parametri di progetto.

Le valvole di iniezione, ove previste, dovranno essere del tipo a "manchette" costituite cioè da una guarnizione in gomma dello spessore minimo di 3,5 mm, tenuta in sede da due anelli metallici, del diametro di almeno 4 mm solidarizzati al tubo. Nel tubo in corrispondenza di ciascuna valvola dovranno essere praticati almeno due fori di 10 mm di diametro.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici, per assicurare un copriferro minimo di 4 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

In particolare per le prove di qualificazione dovrà essere fatto riferimento alle norme richiamate dalle NTC2008 e in particolare:

- Materiali da impiegare: Norme UNI EN 10210 Parti 1ae 2a; UNI EN 10025; UNI EN ISO 148-1:2010;
- Saldature: Norme UNI 5132; UNI 7278;

- Bullonature: Norme UNI 5727; UNI 5591, UNI 5592;
- Collaudi: Norma UNI 10024.

Al fine di garantire l'identificazione e la rintracciabilità dei prodotti approvvigionati, tutto il materiale avente dimensione quadra o tonda superiore a 60 mm dovrà essere marcato, sull'intera lunghezza di ciascun elemento e a intervalli non inferiori a 3.0 m, con i parametri definiti nel paragrafo 10 della Norma EN 10210 - 1. Di ogni partita di materiale consegnato dovranno essere conservate e rese eventualmente disponibili alla DIREZIONE LAVORI le bolle di consegna e i certificati di prova.

## 2.4 Palancole

### 2.4.1 Prescrizioni generali

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- nella realizzazione delle palancole provvisori e definitivi vengano adottati tutti i provvedimenti necessari perché l'opera abbia, senza eccezioni, i requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda la verticalità, la complanarità ed il mutuo incastro degli elementi costitutivi, la capacità di resistere ai carichi di progetto;
- l'attrezzatura d'infissione e di estrazione abbia caratteristiche conformi allo scopo di assicurare il raggiungimento della profondità d'infissione richiesta nel contesto stratigrafico locale e la possibilità di estrazione degli elementi non definitivi;
- lo stoccaggio e la movimentazione delle palancole in cantiere siano conformi a quanto indicato nella norma UNI EN 12063.

### 2.4.2 Infissione

L'ESECUTORE, prima dell'inizio della infissione, dovrà comunicare alla DIREZIONE LAVORI il programma cronologico di infissione per tutte le palancole. L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- l'infissione per battitura avvenga con l'uso di un battipalo perfettamente efficiente e prosegua fino al raggiungimento della quota di progetto o fino al raggiungimento del rifiuto, che, se non diversamente indicato, sarà considerato raggiunto quando si misureranno, per 50 colpi di maglio, avanzamenti non superiori a 10 cm.

L'ESECUTORE potrà, previa approvazione della DIREZIONE LAVORI, ricorrere a delle iniezioni di acqua in pressione per facilitare il superamento di livelli granulari addensati, procurando la discesa della palancola per peso proprio con l'ausilio di una modesta battitura. Modalità, pressioni e portata del getto d'acqua devono essere comunicate alla DIREZIONE LAVORI.

In caso di qualsiasi anomalia rilevata nel corso dell'infissione e comunque nel caso di mancato raggiungimento della prevista quota finale, sia nel caso di infissione per battitura che per vibrazione, l'ESECUTORE dovrà dare immediata informazione alla DIREZIONE LAVORI e concordare con la stessa gli interventi da eseguire.

### **2.4.3 Estrazione**

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- ad estrazione avvenuta, la palancola sia esaminata ed il suo stato brevemente descritto, annotando la presenza di distorsioni, deformazioni o danni.

### 3. Sezione 3 – Pali e micropali

#### 3.1 Oneri e prescrizioni generali

L'ESECUTORE, fermo restando quanto previsto dalle "Disposizioni generali" del presente Capitolato, che devono intendersi totalmente richiamate, se non diversamente prescritto, prima di dare inizio alle lavorazioni, dovrà:

- presentare alla DIREZIONE LAVORI una relazione tecnico - operativa;
- presentare alla DIREZIONE LAVORI una relazione finale delle risultanze del campo prova al fine di concordare l'esecuzione di eventuali prove per la taratura dei parametri geotecnici;
- eseguire il tracciamento preliminare dei pali identificando la posizione sul terreno mediante infissione di appositi picchetti in corrispondenza dell'asse di ciascun palo, e accertare che su ogni picchetto sia riportato il numero progressivo del palo in conformità alla planimetria presentata ed accettata dalla DIREZIONE LAVORI.

All'inizio e durante le lavorazioni, l'ESECUTORE, se non diversamente prescritto, dovrà:

- mantenere la piazzola di lavoro pulita e sgombra, anche al fine di consentire il costante controllo della quota di testa-palo;
- per eventuali variazioni delle metodologie esecutive precedentemente approvate, presentare un' ulteriore relazione tecnico-operativa sulle nuove metodologie, da sottoporre all'approvazione della DIREZIONE LAVORI, la quale potrà, a sua discrezione, richiedere l'esecuzione di prove tecnologiche (campo prova) al fine di verificare l'idoneità delle nuove metodologie esecutive;
- comunicare alla DIREZIONE LAVORI anomalie e/o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, e comunque ogni qual volta le condizioni reali risultino sensibilmente differenti da quelle di progetto;
- eseguire tutte le prove, previste nella relazione tecnico operativa, in situ e/o di laboratorio, e allegare i certificati alla specifica documentazione di controllo elaborata per ciascuna opera. Detto laboratorio potrà essere di cantiere (per le prove per cui è attrezzato), o qualificato ed approvato dalla DIREZIONE LAVORI, od ancora un Laboratorio Ufficiale autorizzato;
- curare che lo stoccaggio in cantiere delle gabbie di armatura avvenga in apposita area preliminarmente individuata, verificando che le gabbie non siano a contatto diretto con il terreno e siano provviste di idoneo contrassegno indicante gli estremi della fornitura dell'opera o porzione di opera per cui è previsto l'impiego (WBS), del numero del palo e della posizione della gabbia;
- provvedere alla scapitozzatura delle teste di tutti i pali con martello demolitore, di peso operativo non superiore a 170 kg e diametro della punta adeguato alla geometria della struttura, fino alla quota di progetto (piano d'imposta della fondazione sovrastante), provvedendo altresì alla sistemazione e ripulitura dei ferri d'armatura e della testa del palo con aria in pressione;
- provvedere, al completamento dei lavori e nel rispetto delle scadenze fissate contrattualmente, alla redazione e trasmissione della documentazione finale "as-built" prevista da contratto;

- indicare, per ciascun palo, i mc gettati da ogni betoniera e la corrispondente quota raggiunta dal cls nel foro, onde poter riscontrare le eventuali difformità tra i valori gettati e quelli attesi, verificare che tali dati siano registrati in specifici documenti di controllo resi disponibili alla DIREZIONE LAVORI, ed accertare che le eventuali anomalie siano comunicate tempestivamente alla DIREZIONE LAVORI e riportate nella documentazione "as-built".

L'ESECUTORE dovrà dare evidenza delle attività di controllo effettuate per garantire la conformità alle prescrizioni della presente sezione attraverso la redazione di specifica documentazione di registrazione, elaborata per ciascun palo/micropalo.

### **3.1.1 Relazione tecnico - operativa**

La relazione tecnico operativa che l'ESECUTORE deve presentare alla DIREZIONE LAVORI dovrà contenere:

- il rilievo stratigrafico del terreno individuato dal progetto;
- una planimetria riportante la posizione di tutti gli elementi, (con indicazione di quelli da attrezzare con una specifica strumentazione di prova), contrassegnati da un numero progressivo distintivo di ciascun elemento;
- l'elenco e la descrizione tecnica delle apparecchiature da utilizzare, con indicate le modalità di esecuzione e le seguenti caratteristiche:
  - o caratteristiche, numero, potenza e capacità operativa delle attrezzature, in funzione delle condizioni ambientali, litologiche e idrogeologiche dei terreni da attraversare nonché delle dimensioni dei pali da eseguire;
  - o caratteristiche dei macchinari da utilizzare nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei o di strati cementati o nel caso si voglia conseguire un adeguato ammorsamento in sub-strati di roccia dura;
  - o in caso di impiego di fanghi stabilizzanti, le modalità operative di utilizzo degli stessi e le caratteristiche tecniche dell'impianto di trattamento cui devono essere soggetti;
  - o il programma di esecuzione delle opere nel quale sia indicata la successione cronologica prevista per la realizzazione dei pali/micropali;
  - o la programmazione di un eventuale specifico campo prova (pali/micropali "pilota" esterni all'opera) al fine di verificare l'idoneità di tutte le attrezzature e l'adeguatezza delle modalità esecutive, nelle particolari condizioni stratigrafiche e in relazione all'importanza dell'opera o a particolari soggezioni ambientali;
  - o l'indicazione, mediante adeguati contrassegni, di tutti gli elementi (tubi-forma, gabbie d'armatura, pali, funi) allo scopo di effettuare i necessari controlli.

## **3.2 Pali trivellati**

### **3.2.1 Materiali**

L'ESECUTORE deve intendere le prescrizioni che seguono, relativamente alle armature metalliche e ai conglomerati cementizi, come integrative di quelle della Sezione "Opere in

Conglomerato Cementizio" del presente Capitolato. Queste ultime si intendono integralmente applicabili.

### **3.2.1.1 Armature metalliche**

L'ESECUTORE può ricorrere alla saldatura (puntatura) delle staffe, delle spirali, o degli anelli irrigidenti ai ferri longitudinali, al fine di rendere le gabbie d'armatura in grado di sopportare le sollecitazioni di movimentazione; in questo caso L'ESECUTORE deve verificare che la saldatura non abbia indotto riduzioni di resistenza nelle barre, mediante l'esecuzione di prove a trazione su elementi sottoposti a saldatura. A tal fine L'ESECUTORE dovrà prelevare all'estremità delle gabbie 3 campioni di barra longitudinale con staffa/spirale(ogni 500 ml di gabbia) e ripristinare l'armatura aggiungendo barre e staffe/spirale con sovrapposizione di 40 diametri.

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, dovrà verificare che:

- le armature siano pre-assemblate fuori opera in "gabbie";
- i collegamenti tra armatura longitudinale e trasversale siano ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con morsetti, o con saldatura - puntatura, e che le sporgenze ricadano sempre all'interno della gabbia senza intralciare l'inserimento del tubo getto;
- l'interasse fra le barre longitudinali non sia in alcun caso inferiore a 7,5 cm;
- sulle gabbie di armatura, nella fase di stoccaggio in cantiere, siano stati posizionati opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 4 cm rispetto al rivestimento definitivo o, nel caso di pali trivellati di grande diametro, di 6 cm rispetto al diametro nominale del foro;
- i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, abbiano la superficie forata per almeno il 25%;
- i distanziatori siano posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 2-3 m;
- l'armatura sia mantenuta in posizione senza essere poggiata sul fondo del foro, secondo la metodologia indicata nella relazione tecnico-operativa.

### **3.2.1.2 Conglomerati cementizi**

Per i conglomerati cementizi L'ESECUTORE dovrà rispettare quanto prescritto dal progetto e dalla Sezione "Opere in Conglomerato Cementizio" del presente Capitolato e dovrà verificare, se non diversamente previsto, che la dimensione massima degli inerti, sia tale che  $D_{max} < i_{min}/2,5$  dove  $i_{min}$  è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali.

### **3.2.1.3 Tecniche ed attrezzature per la perforazione**

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione "a secco" senza rivestimento, di norma, non è ammessa; solo previa autorizzazione della DIREZIONE LAVORI, L'ESECUTORE potrà utilizzarla in caso di terreni fortemente cementati o argillosi caratterizzati da valori della coesione non

drenata ( $c_u$ ) che alla generica profondità di scavo ( $H$ ) soddisfino la seguente condizione:

$$c_u \geq \gamma H/3$$

dove:

$\gamma$  = peso dell'unità di volume del terreno

Per i terreni fortemente cementati il valore della coesione sarà determinato con prova di compressione semplice.

### 3.3 Micropali

#### 3.3.1 Definizioni e tipologie

Nella presente Sezione del Capitolato sono trattati i micropali quando sono utilizzati come paratie di micropali (berlinesi a sbalzo o tirantate).

#### 3.3.2 Vincoli geotecnici e ambientali

Le tecniche di perforazione dovranno essere idonee alla natura del terreno attraversato e alle caratteristiche idrogeologiche del sito.

In particolare dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti a evitare il franamento delle pareti del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Di norma le perforazioni dovranno essere eseguite in presenza di rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile.

I fluidi di perforazione potranno consistere in:

- acqua;
- fanghi bentonitici;
- schiuma;
- aria, nel caso di perforazione a roto-percussione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati preventivamente dalla DIREZIONE LAVORI.

La perforazione dovrà avvenire a secco nel caso di terreni sensibili all'acqua.

La perforazione a rotazione a secco, o con impiego di aria e invece raccomandata in terreni argillosi sovraconsolidati.

Nel caso di impiego della roto-percussione, sia mediante martello a fondo foro che mediante dispositivi di battuta applicati alla testa di rotazione, l'ESECUTORE dovrà eseguire sistematicamente misure di controllo delle vibrazioni indotte, da presentare alla DIREZIONE LAVORI unitamente ai documenti delle eventuali prove preliminari.

### **3.3.3 Campo prove e controlli preliminari**

Almeno 5 giorni prima dell'inizio della posa in opera dei micropali l'ESECUTORE dovrà consegnare alla DIREZIONE LAVORI la documentazione preliminare comprendente:

- rilievi stratigrafici del terreno;
- una relazione nella quale, in base alle caratteristiche stratigrafiche del terreno attraversato, si specifichino le modalità di perforazione ritenute più adatte;
- l'elenco e la specifica tecnica delle attrezzature da impiegare;
- risultati di eventuali prove preliminari di perforazione eseguite con le stesse modalità e attrezzature proposte.

Se richiesto dalla DIREZIONE LAVORI, in relazione a particolari condizioni stratigrafiche o all'importanza dell'opera, l'idoneità di tali attrezzature e delle modalità di esecuzione dovrà essere verificata mediante l'esecuzione di micropali di prova, portati a rottura con il metodo della trave di contrasto ancorata o zavorrata.

### **3.3.4 Prove di collaudo**

In casi particolari, ove previsto da progetto (soprattutto per le tipologie di opere dei gruppi 1) e 2) devono essere eseguite anche prove di carico orizzontale con le seguenti finalità:

- ottenere indicazioni sulla entità degli spostamenti orizzontali sotto i carichi di esercizio;
- controllare i valori dei parametri geotecnici assunti nel progetto dei micropali, in particolare i valori del modulo di reazione orizzontale del terreno.

Il carico può essere applicato mediante un opportuno martinetto orizzontale interposto tra la testa del palo e un elemento di contrasto. Il sistema di applicazione del carico deve avere capacità non inferiore al carico massimo orizzontale previsto (carico di esercizio+carico dinamico massimo).

Nel corso di tali prove dovranno, almeno, essere effettuate le misure degli spostamenti orizzontali e delle rotazioni in testa. Il grado di precisione delle misure di spostamento deve essere non inferiore a 1/10 di mm. Gli spostamenti vengono rilevati mediante micrometri o strumenti ottici. Il grado di precisione delle misure di rotazione deve essere almeno dell'ordine di 1 mm/m, ciò può ottenersi con apparecchiature di tipo inclinometrico. Il sistema di misura degli spostamenti orizzontali in profondità è di regola basato sull'uso di sonde inclinometriche o di inclinometri fissi. Le misure di inclinazione devono essere eseguite per il tratto in cui sono previsti spostamenti significativi.

### **3.3.5 Prove cross-hole**

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, per le attrezzature, i dispositivi e le metodologie di prova, dovrà verificare la conformità con quanto di seguito descritto.

#### Descrizione della prova

Le misure di cross-hole sonico (impulso su percorso orizzontale) consistono nella registrazione delle modalità di propagazione di un impulso sonico nel calcestruzzo interposto tra tubi di misura.

Per l'esecuzione della prova è necessario aver predisposto tre tubi (solidali alla gabbia d'armatura) all'interno del palo prima dell'esecuzione del getto (per i pali trivellati ad elica continua, i tre tubi dovranno essere comunque solidali alla gabbia d'armatura e calati nel foro subito dopo il getto).

#### *Frequenza delle prove*

L'ESECUTORE dovrà predisporre, prima dell'esecuzione del getto e secondo le indicazioni della DIREZIONE LAVORI, il 30% dei pali non in alveo per l'effettuazione del controllo dell'esecuzione con il metodo "cross hole". Per i pali in alveo e in zone golenali questa predisposizione dovrà essere estesa al 100% dei pali.

L'attrezzaggio dovrà essere eseguito mediante la predisposizione di almeno tre tubazioni metalliche o in PVC a 120° preassemblate sull'armatura del palo, aventi diametro interno non inferiore ad 1 pollice e mezzo. L'utilizzo di tubazioni in PVC è subordinato all'approvazione della DIREZIONE LAVORI.

Prima dell'esecuzione della prova i tubi devono essere riempiti con acqua dolce.

La prova dovrà essere eseguita sui pali indicati dalla DIREZIONE LAVORI, e dovrà riguardare 1/3 dei pali predisposti. Nel caso di anomalie o risultati non soddisfacenti il numero di prove potrà essere aumentato a giudizio della DIREZIONE LAVORI.

### **3.3.6 Tolleranze di costruzione**

Il presente paragrafo indica i valori delle tolleranze di costruzione ritenute significative per stabilire l'accettazione di opere/parti d'opera realizzate dall'Esecutore.

Il rispetto delle tolleranze indicate significa conformità dell'opera al progetto.

Valori riscontrati eccedenti i limiti di seguito indicati comportano l'apertura di non conformità e il relativo trattamento (demolizione, rilavorazione, riparazione, accettazione tal quale con eventuale detrazione o deprezzamento).

#### **3.3.6.1 Definizioni**

- Tolleranza: intervallo entro il quale deve essere compreso il valore effettivo di un certo parametro per ritenere il manufatto conforme e remunerabile secondo contratto.
- Valore teorico: valore di un parametro indicato in progetto.
- Valore effettivo: valore del parametro richiesto misurato sul manufatto costruito.
- Precisione: minima entità della misura che si deve essere in grado di rilevare, ovvero livello di apprezzamento strumentale.
- Valore nominale: prescrizione contrattuale (progetto, capitolato).

#### **3.3.6.2 Modalità di lettura**

Le tolleranze non sono cumulative. In caso di più di una indicazione, è sempre vincolante quella più restrittiva.

Una tolleranza positiva (+) aumenta il valore o la dimensione alla quale essa è applicata o alza la quota di un livello.

Una tolleranza negativa (-) diminuisce il valore o la dimensione alla quale essa è applicata o abbassa la quota di un livello.

Una tolleranza priva di segno è da intendersi positiva (+) e negativa (-).

Ove è precisata una tolleranza con un singolo segno positivo (+) o negativo (-) non esiste limite nel campo restante.

Nella colonna "ulteriore limitazione" viene indicato il limite massimo della tolleranza ammessa in valore assoluto.

OGGETTO DEL CONTROLLO	DESCRIZIONE PARAMETRO DI CONTROLLO		UNITA' DI MISURA	PRECISIONE	VALORE NOMINALE	TOLLERANZA		ULTERIOR E LIMITAZIONE	
1- PALO TRIVELLATO	1.1	Coordinate planimetriche centro palo (generico)	mm	5	di progetto	10% $\Phi$		75	
	1.2	Coordinate planimetriche centro palo (paratia di pali)	mm	5	di progetto	5% $\Phi$		50	
	1.3	Verticalità (palo in gruppo, completamente interrato)	%	0.4	0	2			
	1.4	Verticalità (paratia di pali)	%	0.4	0	1			
	1.5	Inclinazione (palo inclinato)	%	0.4	di progetto	4			
	1.6	Lunghezza "L" palo	mm	20	di progetto	L/100			
	1.7	Diametro " $\Phi$ " palo finito	mm	5	di progetto	-2% $\Phi$	+5% $\Phi$		
	1.8	Quota testa palo	mm	10	di progetto	50			
	1.9	Interasse "i" staffe palo	mm	5	di progetto	-20% i	+10% i		
	1.10	Copriferro armatura metallica palo	mm	1	60	-10			
	1.11	Spessore lamierino di protezione	mm	0.1	di progetto	-0.5			
2- MICROPALO	2.1	Coordinate planimetriche centro micropalo	mm	5	di progetto	10% $\Phi$		20	
	2.2	Verticalità micropalo	%	0.4	0	2			
	2.3	Direzione asse micropalo (inclinato)	%	1/250	di progetto	4			
	2.4	Lunghezza micropalo	mm	10	di progetto	L/100			
	2.5	Diametro " $\Phi$ " micropalo finito	mm	5	di progetto	-2% $\Phi$	+5% $\Phi$		
	2.6	Quota testa palo	mm	10	di progetto	50			

## 4. Sezione 4 – Opere in conglomerato cementizio

### 4.1 Premessa

Le prescrizioni contenute di seguito esposte si applicano al conglomerato cementizio per usi strutturali, armato e non, ordinario e precompresso, gettato in opera o prefabbricato.

Nel seguito sono definite:

- le caratteristiche d' idoneità per le miscele di calcestruzzo e i loro componenti,
- le caratteristiche d' idoneità per gli acciai d' armatura e di precompressione,
- le prescrizioni relative alla produzione e al trasporto dei materiali impiegati,
- le modalità esecutive applicabili al fine di ottenere le migliori caratteristiche prestazionali per i materiali richieste dal progetto approvato e di garantire la qualità e durabilità delle opere.

Sono altresì indicati i requisiti riguardo alle malte cementizie per iniezione delle guaine nella post-tensione delle travi e alle malte da utilizzare per i ripristini strutturali e per le rasature delle superfici. Salvo quanto diversamente indicato nel contratto d'appalto, i controlli, i requisiti e le prescrizioni descritti nel seguito devono integralmente applicarsi a tutte le opere appaltate dal DIREZIONE LAVORI per la cui realizzazione è previsto l'impiego di almeno 300 m<sup>3</sup> di calcestruzzo. Nel caso di particolari opere che prevedano l'impiego di quantità complessive di calcestruzzo minori di tale limite, si rimanda alle prescrizioni e ai controlli previsti dalle norme di legge vigenti.

### 4.2 Normativa nazionale

- Legge 5/11/1071 n.1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica."
- DM Infrastrutture 14/1/2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare esplicativa del 2 febbraio 2009, n. 617/C.S.LL.PP. - Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni»;
- DM 9/5/2003 n. 156 "Criteri e modalità per il rilascio dell'abilitazione degli organismi di certificazione, ispezione e prova nel settore dei prodotti da costruzione";
- Legge 26/5/1965 n.595 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici";
- DPR 380/2001 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia";
- Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive - del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida sul calcestruzzo strutturale - del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee guida per la produzione, il trasporto ed il controllo del calcestruzzo preconfezionato – del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

## 4.3 Normativa europea

### 4.3.1 Calcestruzzo

- UNI EN 206:2014 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- UNI EN 12350-2:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 2: Prova di abbassamento al cono;
- UNI EN 12350-5:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 5: Prova di spandimento alla tavola a scosse;
- UNI EN 12350-7:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 7: Contenuto d'aria - Metodo per pressione;
- UNI EN 12350-6:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 6: Massa volumica;
- UNI EN 12390-2:2009 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 2: Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza;
- UNI EN 12390-3:2009 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 3: Resistenza alla compressione dei provini;
- UNI EN 12390-5:2009 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 5: Resistenza a flessione dei provini;
- UNI EN 12390-6:2010 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 6: Resistenza a trazione indiretta dei provini;
- UNI EN 12390-7:2009 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 7: Massa volumica del calcestruzzo indurito;
- UNI EN 12390-8:2009 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 8: Profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione;
- UNI EN 12390-13:2013 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 13: Determinazione del modulo di elasticità secante in compressione;
- UNI EN 12504-1:2009 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 1: Carote - Prelievo, esame e prova di compressione;
- UNI EN 12504-2:2012 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 2: Prove non distruttive – Determinazione dell'indice sclerometrico;
- UNI EN 12504-3:2005 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 3: Determinazione della forza di estrazione;

- UNI EN 12504-4:2005 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 4: Determinazione della velocità
- di propagazione degli impulsi ultrasonici;

#### **4.3.2 Acciaio**

- UNI EN 10080:2005 Acciaio d'armatura per calcestruzzo - Acciaio d'armatura saldabile – Generalità;
- UNI EN ISO 15630-2:2010 Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso -
- Metodi di prova - Parte 2: Reti saldate;
- UNI EN ISO 15630-3:2010 Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso -
- Metodi di prova - Parte 3: Acciaio per calcestruzzo armato precompresso;
- UNI EN ISO 15630-1:2010 Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso -
- Metodi di prova - Parte 1: Barre, rotoli e fili;
- UNI EN 1090-2 - “Esecuzione di strutture in acciaio e di alluminio, requisiti tecnici per strutture in
- acciaio”.
- UNI EN ISO 3834 “Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici”.
- UNI EN ISO 3834-2 “Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 2: Requisiti di qualità”.
- UNI EN 10210 “Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali”.
- UNI EN 10219-1 “Profilati cavi saldati formati a freddo per impieghi strutturali di acciai non legati e a grano fine - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura”.
- UNI EN 10163-2 “Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo - Parte 2: Lamiere e larghi piatti”.
- UNI EN 10163-3 “Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati e a caldo. Profilati”.
- UNI EN 10025 -1 "Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura".
- UNI EN 10025-2 "Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali".
- UNI EN 10025-3 "Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato".

- UNI EN 10025-5 "Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica".
- UNI EN 10160 "Controllo con ultrasuoni di prodotti piani di acciaio con spessore maggiore o uguale a 6 mm (metodo per riflessione)".
- UNI EN ISO 1461 "Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova".
- UNI EN 14399-4 "Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 4: Sistema HV - Assieme vite e dado esagonali".
- UNI EN 14399- 6 "Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 6: Rondelle piane smussate".
- UNI EN ISO 898 -1
- UNI EN ISO 898-2
- UNI EN ISO 4759-1
- UNI EN ISO 8501 - Preparazione superficiale
- UNI EN ISO 8503 - Preparazione superficiale
- UNI EN ISO 2808 - Determinazione dello spessore del film
- UNI EN ISO 9117 - Prove di essiccamento - Parte 3: Prova di essiccamento superficiale mediante il metodo delle perline di vetro
- UNI EN ISO 6504-1 - Determinazione del potere coprente
- UNI 9376 - Determinazione in contenuto di pigmenti, leganti e riempitivi
- UNI EN ISO 3251 - Determinazione del contenuto di sostanze volatili
- UNI EN ISO 2811-1 - Determinazione della densità - Parte 1: Metodo con picnometro
- UNI EN ISO 4624 - Misura dell'aderenza mediante prova di trazione
- UNI EN ISO 2409 - Misura dell'aderenza mediante quadrettatura
- UNI EN ISO 12944 - Pitture e vernici – Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura
- ASTM D714 - Standard test method for evaluating degree of blistering of paints
- UNI ISO 9227 - Prova di resistenza in camera a nebbia salina
- UNI EN ISO 10025 - Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali
- UNI EN ISO 1512 - Campionamento di prodotti allo stato liquido o in pasta
- UNI EN ISO 1513 - Esame e preparazione dei campioni per le prove
- UNI EN ISO 1514 - Pannelli unificati per le prove
- UNI EN ISO 4628 - Valutazione del degrado dei rivestimenti
- UNI EN ISO 16474 - Pitture e vernici - Metodi per l'esposizione a sorgenti di luce di laboratorio - Parte 3: Lampade UV fluorescenti

- UNI EN ISO 3231 - Determinazione della resistenza alle atmosfere umide contenenti diossido di zolfo;
- UNI EN ISO 6272 - Prove di deformazione rapida (resistenza all'urto)

#### **4.3.3 Aggregati**

- UNI EN 932-3:2004 Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati-Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata;
- UNI EN 1097-5:2008 Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati-Parte 5: Determinazione del contenuto d'acqua per essiccazione in forno ventilato;
- UNI EN 1097-6:2013 Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati-Parte 6: Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua;
- UNI 8520-22:2002 Aggregati per confezioni di calcestruzzi - Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;
- UNI EN 12620:2008 Aggregati per calcestruzzo;

#### **4.3.4 Aggiunte**

- UNI EN 450-1:2012 Ceneri volanti per calcestruzzo - Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità;
- UNI EN 13263-1:2009 Fumi di silice per calcestruzzo - Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità;

#### **4.3.5 Additivi**

- UNI EN 480-4:2006 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova-Parte 4: Determinazione della quantità di acqua essudata del calcestruzzo;
- UNI EN 934-2:2012 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 2: Additivi per calcestruzzo - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;
- UNI EN 934-4:2009 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 4: Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

#### **4.3.6 Acqua di impasto**

- UNI EN 1008:2003 Acqua d'impasto per il calcestruzzo - Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di ricupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo;

#### **4.3.7 Cemento**

- UNI EN 196-9:2010 Metodi di prova dei cementi - Parte 9: Calore d'idratazione - Metodo semiadiabatico;
- UNI EN 197-1:2011 Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;

#### **4.3.8 Malte di cemento**

- UNI EN 1504-2:2005 Prodotti e sistemi per la protezione e riparazione delle strutture di calcestruzzo–Parte 2: Sistemi di protezione delle superfici di calcestruzzo;
- UNI EN 1504-3:2005 Prodotti e sistemi per la protezione e riparazione delle strutture di calcestruzzo–Parte 3: Protezione e riparazione delle strutture di calcestruzzo;
- UNI EN 1504-6:2005 Prodotti e sistemi per la protezione e riparazione delle strutture di calcestruzzo–Parte 6: Ancoraggio dell'armatura di acciaio.

#### **4.3.9 Altro**

- UNI EN ISO 9001 del 2008: Sistemi di gestione per la qualificazione dei requisiti;
- UNI CEI EN ISO /IEC 17021 del 2011: Valutazione della conformità –Requisiti per gli organismi che forniscono audit e certificazione di sistemi di gestione.

#### **4.4 Documentazione tecnica**

- UNI 6393:1988 Controllo della composizione del calcestruzzo fresco;
- UNI 7087:2002 Calcestruzzo - Determinazione della resistenza al degrado per cicli di gelo e disgelo;
- UNI 7123:1972 Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione;
- UNI 8147:2008 Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi - Determinazione dell'espansione contrastata della malta;
- UNI 8520-1:2005 Aggregati per confezione di calcestruzzi-Definizione, classificazione e caratteristiche;
- UNI 8520-2:2005 Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620. Requisiti;
- UNI 8520-22:2002 Aggregati per confezioni di calcestruzzi - Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;
- UNI 8866-1:2009 Prodotti disarmanti - Definizioni e classificazione;
- UNI 8866-2:1986 Prodotti disarmanti – Prova dell'effetto disarmante alle temperature di 20 e 80 gradi C. su superfici di acciaio e legno trattato;
- UNI 9156:1997 Classifica e definisce i requisiti dei cementi resistenti all'azione aggressiva (espansiva) dei solfati contenuti nelle acque e nei terreni;
- UNI 9606:1997 Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione;
- UNI 9944:1992 Corrosione e protezione dell'armatura del calcestruzzo. Determinazione della  
- profondità di carbonatazione e del profilo di penetrazione degli ioni cloruro nel calcestruzzo;
- UNI 10622:1997 Barre e vergella (rotoli) di acciaio d armatura per cemento armato, zincati a caldo;

- UNI 10765:1999 Additivi per impasti cementizi – Additivi multifunzionali per calcestruzzo –
- Definizioni, requisiti e criteri di conformità;
- UNI 10834:1999 Calcestruzzo proiettato;
- UNI 11039-1:2003 Calcestruzzo rinforzato con fibre di acciaio - Definizioni, classificazione e designazione;
- UNI 11040:2003 Calcestruzzo auto compattante - Specifiche, caratteristiche e controlli;
- UNI 11104:2004 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1;
- UNI 11307:2008 Prove sul calcestruzzo indurito – Determinazione del ritiro;
- UNI 11417-2:2014 Durabilità delle opere di calcestruzzo e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo. Istruzioni per prevenire la reazione alcali aggregato;
- UNI 11417-1:2012 Durabilità delle opere di calcestruzzo e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo. Istruzioni per ottenere la resistenza alle azioni aggressive;
- ISO 9001 – Sistemi di gestione per la qualità;
- ISO 14001 – Sistemi di gestione ambientale;
- Istruzione CNR UNI 10011 - "Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione".
- Istruzione CNR UNI 10016 - "Strutture composte di acciaio e calcestruzzo, istruzione per l'impiego nelle costruzioni".
- UNI 136 "Chiodi da ribadire. Chiodi a testa tonda stretta".
- UNI 139 "Chiodi da ribadire. Chiodi a testa svasata piana"
- UNI 5715 " Piastrine per carpenteria per appoggio su ali di travi IPN (inclinazione 14%)".
- UNI 5716 "Piastrine per carpenteria per appoggio su ali di travi UPN (inclinazione 8%)".

#### 4.5 Prescrizioni generali

Al fine di verificare la rispondenza delle opere eseguite alle specifiche e agli standard prefissati, l'ESECUTORE deve eseguire o far eseguire a proprie spese tutte le prove e i controlli di legge, quelli previsti dalle presenti prescrizioni, nonché quelli integrativi richiesti dalla DIREZIONE LAVORI in base a motivate esigenze tecniche, ovvero dal Collaudatore statico e/o dalla Commissione di Collaudo. I controlli di accettazione ed eventualmente, a discrezione della DIREZIONE LAVORI, le prove complementari di cui al DM 14/1/2008, devono essere effettuate presso un Laboratorio Ufficiale/Autorizzato di cui all'art. 59 del DPR n.380/2001. I relativi certificati devono essere registrati dall'ESECUTORE su apposita documentazione di controllo specifica per l'esecuzione di ciascuna opera.

Per tutti i tipi di prova l'ESECUTORE deve fornire la manodopera, le attrezzature, predisporre le eventuali opere provvisorie ed i ponteggi in quantità e tipologie adeguate

all'esecuzione delle prove medesime, nel rispetto delle garanzie di sicurezza durante le fasi operative. Resta inteso che il ripristino integrale delle parti d'opera interessate da prove e prelievi e da intendersi a carico dell'ESECUTORE e deve essere eseguito con materiali e modalità approvati dalla DIREZIONE LAVORI.

Tutti gli oneri diretti e indiretti derivanti dall'applicazione delle presenti prescrizioni, compresi quelli necessari per il prelievo, confezionamento, trasporto dei campioni di materiali da sottoporre a prove fisiche–chimichemeccaniche, nonché i costi di esecuzione di queste ultime presso i Laboratori Ufficiali/Autorizzati, si intendono compresi e compensati dai prezzi contrattuali.

Nel caso d'esecuzione di opere che, per effetto di operazioni successive, risultassero inaccessibili o comunque non più ispezionabili, prima di procedere con le operazioni successive, l'ESECUTORE deve darne informazione alla DIREZIONE LAVORI nei tempi previsti contrattualmente per l'effettuazione del controllo. Nel caso in cui l'ESECUTORE non ottemperi a quanto sopra, per eseguire le constatazioni previste contrattualmente e dalla normativa, la DIREZIONE LAVORI potrà richiedere, a cura e spese dell'ESECUTORE, la messa a nudo delle parti non più visibili o che siano rese comunque accessibili le porzioni d'opera preventivamente non ispezionate.

Nel caso in cui la progettazione sia in carico all'ESECUTORE, lo stesso è tenuto a presentare alla DIREZIONE LAVORI, in tre copie, i calcoli di stabilità e i disegni esecutivi, completi in ogni dettaglio, di tutte le strutture in cemento armato normale e precompresso. Il progetto dovrà contenere le indicazioni relative alla classe di resistenza, classe di consistenza, diametro massimo degli inerti e classi di esposizione dei calcestruzzi da impiegare per le diverse parti d'opera, nel rispetto delle prescrizioni nel seguito riportate. La DIREZIONE LAVORI esaminerà i calcoli ed i disegni presentati e ne restituiranno un esemplare all'ESECUTORE medesimo per l'esecuzione dei lavori con le eventuali osservazioni e con la richiesta delle modifiche, se ritenute necessarie. Queste saranno introdotte nei progetti a cura e spese dell'ESECUTORE senza che questi possa, per conseguenti eventuali intralci o ritardi sullo sviluppo dei lavori, avanzare pretese d'indennizzi o rimborsi. Senza l'approvazione da parte della DIREZIONE LAVORI non potrà essere dato inizio ai lavori di costruzione. L'approvazione da parte della DIREZIONE LAVORI dei calcoli e dei disegni presentati dall'ESECUTORE e l'introduzione in essi di qualsiasi modifica non esclude né attenua la responsabilità che deriva all'ESECUTORE dalle vigenti leggi.

### **1.1 Requisiti degli impianti di produzione del calcestruzzo**

Il calcestruzzo dovrà essere prodotto con processo industrializzato, tenendo conto che, ai sensi del citato DM 14/1/2008, per “calcestruzzo confezionato con processo industrializzato” s'intende quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzative sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso. Gli impianti per la produzione con processo industrializzato del calcestruzzo devono essere idonei a una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e mantenere la qualità del prodotto. Gli impianti devono dotarsi di un sistema permanente di controllo interno della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto risponda ai requisiti di legge e che tale rispondenza sia mantenuta fino all'impiego. Il sistema di controllo della produzione del calcestruzzo confezionato con processo industrializzato (FPC), predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001, deve fare riferimento alle specifiche indicazioni contenute nelle “Linee guida sul calcestruzzo preconfezionato” elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Detto sistema deve essere certificato da organismi terzi indipendenti che operano in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021, autorizzati dal suddetto Servizio

Tecnico Centrale sulla base dei criteri di cui al DM 9/5/2003 n.156. Ogni fornitura di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato deve indicare gli estremi di tale certificazione. Il Direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi. Il sistema automatico di gestione e controllo dell'impianto deve permettere la stampa delle informazioni relative ad ogni carico; la relativa bolla di accompagnamento deve contenere le seguenti informazioni:

- nome dell'impianto di betonaggio;
- n° identificativo del mix prodotto;
- classe di resistenza caratteristica;
- classe di esposizione ambientale;
- classe di consistenza;
- metri cubi caricati/trasportati;
- riferimenti della DIREZIONE LAVORI e dell'ESECUTORE richiedente la fornitura;
- cantiere di destinazione;
- opera e parte d'opera cui si riferisce la fornitura;
- data e ora di fine carico del mix prodotto, di arrivo in cantiere, d'inizio scarico e di fine scarico;
- identificazione (targa) del mezzo di trasporto;
- materiali componenti il mix con indicati:
  - per gli aggregati: la pezzatura nominale e la cava di provenienza;
  - per i cementi: tipo, classe, produttore e cementificio;
  - per le aggiunte (ceneri volanti e microsilice): tipo e provenienza;
  - per gli additivi: marca e tipo;
  - per l'acqua: se proveniente da acquedotto, pozzo, cisterna.
- ricetta, per un mc, del mix in fase di produzione;
- ricetta del mix per gli n mc in fase di produzione;
- umidità totale delle singole classi di aggregati (rilevata automaticamente con le sonde almeno per gli aggregati fini);
- assorbimento delle singole classi granulometriche, misurato e dichiarato in fase di qualifica del materiale;
- ricetta per gli n m3 in produzione, corretta in funzione dell'umidità delle varie classi degli aggregati;
- effettivo carico (dosaggio) per ogni singolo componente;
- differenza (+/-) tra quanto effettivamente caricato e il teorico corretto;
- errore percentuale di carico (dosaggio) per ogni singolo componente;
- rapporto acqua/cemento di progetto del mix (considerando gli aggregati saturi con superficie asciutta) e quello effettivamente ottenuto dopo il carico (dosaggio);

Si deve inoltre avere evidenza di ogni qual volta che:

- l'errore di dosaggio supera la tolleranza ammessa (+/-3% per cemento, acqua, aggregato totale e singola classe di aggregato, aggiunte impiegate in quantità maggiore del 5% in massa rispetto al cemento; +/- 5% additivi e aggiunte impiegate in quantità  $\leq 5\%$  in massa rispetto al cemento), in accordo alla norma UNI EN 206;
- si passa dal funzionamento automatico a quello manuale dell'impianto;
- vengono modificati in manuale i valori di lettura delle sonde.

Al fine di garantire un migliore controllo del rapporto acqua/cemento e una corretta miscelazione dell'impasto, si raccomanda l'impiego di impianti di betonaggio provvisti di miscelatore, con possibilità di correzione automatica del rapporto acqua-cemento e controllo della consistenza. Nel caso di confezionamento di calcestruzzi con  $R_{ck} \geq 50$  MPa l'impianto deve prevedere la premiscelazione della boiaccia di cemento.

La miscelazione può avvenire o in miscelatori separati o direttamente in autobetoniera, assicurando le condizioni di omogeneità del calcestruzzo.

#### 4.6 Caratteristiche e requisiti dei materiali costituenti il conglomerato cementizio

##### 4.6.1 Cemento

Per i manufatti strutturali devono essere impiegati unicamente i cementi richiamati nella L. 26/5/1965 n. 595 provvisti di certificato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197/1 e provenienti da impianti di produzione in grado di garantire la continuità e la costanza della qualità della fornitura del tipo di cemento richiesto.

E' escluso l'impiego del cemento alluminoso e dei cementi per sbarramenti di ritenuta.

Il cemento deve essere scelto, tra quelli considerati idonei, tenendo in considerazione i seguenti aspetti:

- le modalità esecutive dell'opera;
- le condizioni di maturazione;
- le dimensioni della struttura (sviluppo di calore);
- le condizioni ambientali di esposizione della struttura;
- la potenziale reattività degli aggregati agli alcali presenti nel cemento.

Per i cementi da impiegare deve essere disponibile l'analisi chimica completa, compresa la determinazione del contenuto di  $K_2O$  e  $Na_2O$  (alcali di potassio e di sodio) potenzialmente pericolosi nei riguardi della reazione alcali-aggregati.

La classificazione dei cementi in funzione della loro resistenza ai solfati ed alle acque dilavanti è riportata al prospetto 1 delle norme rispettivamente UNI 9156 e 9606.

La temperatura del cemento all'atto del confezionamento del calcestruzzo non può superare il valore di  $55^{\circ}C$ .

#### **4.6.2 Aggiunte: ceneri volanti e microsilice**

Allo scopo di migliorare la durabilità e la lavorabilità del calcestruzzo, possono essere impiegate nella composizione della miscela, aggiunte di tipo II (pozzolaniche o ad attività idraulica latente) ai sensi delle norme UNI EN 206 e UNI 11104. I prodotti utilizzabili sono i fumi di silice e le ceneri volanti; entrambi devono essere provvisti di marcatura CE.

In caso di loro utilizzo, comunque da concordarsi con la DIREZIONE LAVORI in sede di qualifica della miscela, devono essere soddisfatte tutte le caratteristiche fisico-chimico-meccaniche dei conglomerati cementizi allo stato fresco ed indurito prescritte nei successivi punti.

Particolare attenzione deve essere prestata al corretto dosaggio di acqua nella miscela e al controllo del rapporto a/c poiché tali aggiunte alterano la richiesta d'acqua d'impasto.

Le caratteristiche delle ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450-1 mentre le caratteristiche dei fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 13263-1.

#### **4.6.3 Aggregati**

Possono utilizzarsi solamente aggregati provvisti di marcatura CE (sistema di attestazione della conformità 2+) ai sensi dei D.P.R. 21 aprile 1993 n. 246 e successivi decreti attuativi; il certificato di attestazione deve accompagnare la fornitura e copia dello stesso dovrà essere custodita dall'ESECUTORE e dalla DIREZIONE LAVORI.

Gli aggregati devono essere conformi ai requisiti della UNI EN 12620 e della UNI 8520/1 (prospetti 1 e 2 rispettivamente).

E' richiesta una granulometria composta di almeno tre classi granulometriche diverse in definite percentuali così da formare miscele rispondenti ai criteri di curve granulometriche teoriche o sperimentali di riferimento e tali che l'impasto fresco e indurito abbia i migliori requisiti di resistenza, consistenza, omogeneità, aria inglobata, permeabilità, ritiro e acqua essudata.

Il diametro massimo dell'aggregato costituente la miscela, se non previsto dal progetto approvato, deve essere scelto dall'ESECUTORE in funzione delle:

- caratteristiche geometriche della sezione minima dell'opera,
- degli elementi strutturali da realizzare,
- dei valori di copriferro e interferro,
- delle modalità di posa in opera e del tipo di mezzi d'opera utilizzati.

E' fatto obbligo di procedere in fase di qualifica delle miscele alla valutazione della potenziale reattività degli aggregati secondo quanto di seguito indicato al par. 6.5.5.4.

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo, provenienti da vagliatura e trattamento di giacimenti di materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava, devono avere caratteristiche conformi a quelle previste nella norma UNI 8520/2 e devono soddisfare i requisiti di classificazione granulometrica e produzione specificati nella norma UNI EN 12620 (prospetto 2).

Se gli aggregati derivano da frantumazione di materiale proveniente da scavi in sotterraneo (anche parzialmente), devono essere eseguite in aggiunta le seguenti prove:

- giornalmente: la determinazione del contenuto di solfati e cloruri;
- settimanalmente: un'analisi petrografica mirata a rilevare elementi potenzialmente reattivi agli alcali.

E' escluso l'utilizzo di aggregati provenienti da demolizioni o da frantumazione di calcestruzzo per il confezionamento di calcestruzzi strutturali.

#### **4.6.4 Acqua d'impasto**

L'acqua d'impasto deve soddisfare i requisiti e le caratteristiche indicate prescritte dalla norma UNI EN 1008.

L'acqua di riciclo proveniente dalla produzione del calcestruzzo può essere utilizzata rispettando le condizioni specificate per il suo impiego nella stessa norma UNI EN 1008. In questo caso la frequenza dei controlli da parte del produttore del calcestruzzo è settimanale.

#### **4.6.5 Additivi**

L'ESECUTORE deve preventivamente sperimentare e dichiarare l'impiego di additivi nel mix design della miscela di conglomerato cementizio.

Tutti gli additivi impiegati devono essere conformi alle norme UNI EN 934 (parti 2 e 4) e UNI 10765. Salvo diverse indicazioni di progetto, l'ESECUTORE deve tenere presente le seguenti indicazioni:

- la quantità totale di additivo non deve superare il dosaggio massimo raccomandato dal produttore e non deve superare i 50 g per kg di cemento, a meno di verificare l'influenza di un dosaggio più alto sulle prestazioni e sulla durabilità del calcestruzzo in fase di prequalifica. Nel caso di quantità minori di 2g per kg di cemento l'utilizzo di additivo è consentito solo se disperso in parte dell'acqua d'impasto;
- qualora la quantità totale di additivi liquidi superi i 3 litri/m<sup>3</sup> di calcestruzzo, il suo contenuto deve essere considerato nel calcolo del rapporto a/c.

##### **4.6.5.1 Additivi fluidificanti e superfluidificanti**

Il dosaggio di tali additivi deve essere conforme a quello dichiarato nelle schede tecniche del produttore. Nel caso in cui una miscela, per garantire le prestazioni richieste, necessiti di un dosaggio superiore al limite indicato, si deve passare all'impiego di un additivo con prestazioni superiori, per evitare problemi di segregazione e di tempo di presa del calcestruzzo.

##### **4.6.5.2 Additivi aeranti**

Si utilizzano per la realizzazione di conglomerati cementizi di opere sottoposte a cicli di gelo e disgelo al fine di garantire il contenuto minimo di aria occlusa.

##### **4.6.5.3 Additivi ritardanti**

Specifici additivi ritardanti possono essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della DIREZIONE LAVORI, per:

- particolari opere (ad esempio pali, paratie, diaframmi) che richiedono getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche e in presenza di temperature elevate;
- opere singolari ubicate in zone lontane dall'impianto di betonaggio o per le quali si preveda un tempo di percorrenza della betoniera elevato.

## 4.7 Caratteristiche e requisiti del conglomerato cementizio

### 4.7.1 Classi di resistenza

La classe di resistenza a compressione  $C(f_{ck}/R_{ck})$  è rappresentata da un valore di  $f_{ck}$  e da un valore di  $R_{ck}$  indicanti rispettivamente la resistenza caratteristica cilindrica e la resistenza caratteristica cubica (entrambi espressi in MPa) a 28 giorni di maturazione.

Le classi sono definite dalle norme UNI EN 206 (tabella 12) e UNI 11104 (prospetto 2). Il valore della resistenza caratteristica cilindrica si assume pari a  $0.83 \times R_{ck}$  per provini normalizzati e cioè cilindri di diametro 150 mm e altezza 300 mm e cubi di lato 150 mm.

### 4.7.2 Copriferro

Per il valore del copriferro da adottare, se non previsto dal progetto approvato, l'ESECUTORE deve adottare per realizzazioni in cemento armato normale e precompresso le indicazioni riportate nelle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" D.M. 14/1/2008 per quanto non già prescritto dalla suddetta specifica. In ogni caso, però, deve essere verificato che i valori prescritti siano adeguati alla classe di esposizione ambientale.

### 4.7.3 Rapporto acqua/cemento

La quantità d'acqua totale da impiegare per il confezionamento dell'impasto deve essere calcolata tenendo conto dell'acqua libera contenuta negli aggregati per la cui determinazione si deve fare riferimento alla norma UNI EN 1097-5. Per l'eventuale controllo in corso d'opera del rapporto acqua-cemento della miscela è possibile utilizzare la norma UNI 6393:1998 "Controllo della composizione del calcestruzzo fresco" tenendo conto che ai sensi della UNI EN 206 non è ammesso uno scostamento maggiore di 0.02 rispetto al valore dichiarato.

### 4.7.4 Consistenza

Se non diversamente indicato in progetto, il metodo di misura della consistenza cui l'ESECUTORE deve fare riferimento è il metodo di abbassamento del cono (UNI EN 12350-2). Si riportano nel seguito i risultati prescritti dalla prova di abbassamento al cono per le diverse classi di consistenza, rispetto ai quali è ammessa una tolleranza di 610mm per S1, 620mm per S2 e 630mm per le altre classi:

- S1 da 1 a 4 cm
- S2 da 5 a 9 cm
- S3 da 10 a 15 cm
- S4 da 16 a 21 cm
- S5 da 22 a 25 cm

E' considerato quale limite superiore della classe S5 un abbassamento al cono di 250 mm.

#### **4.7.5 Acqua essudata**

La quantità di acqua essudata dalla miscela di calcestruzzo, misurata secondo la Norma UNI EN 480/4, non deve risultare maggiore dello 0.1% del volume iniziale della miscela.

#### **4.7.6 Contenuto in cloruri**

Il massimo contenuto in cloruri di un calcestruzzo, espresso come percentuale di ioni cloruro rispetto alla massa del cemento, è definito dalla norma UNI EN 206 (tabella 15) in funzione del campo d'impiego, nonché della quantità e della tipologia di armatura prevista per l'opera, come di seguito riportato:

- per calcestruzzo non armato:  $\leq 1.0 \%$
- per calcestruzzo armato:  $\leq 0.4 \%$
- per calcestruzzo precompresso:  $\leq 0.2\%$

In sede di qualifica della miscela l'ESECUTORE deve procedere alla verifica del contenuto massimo di cloruri.

#### **4.7.7 Temperatura**

In accordo alla norma UNI EN 206 p. 5.2.9 e se non diversamente previsto nel seguito della presente sezione di Capitolato, la temperatura del calcestruzzo fresco al momento della consegna in cantiere non deve essere minore di 5 °C o maggiore di 35 °C.

Qualunque procedura di raffreddamento o di riscaldamento artificiale del calcestruzzo prima della consegna deve essere concordata e approvata dalla DIREZIONE LAVORI.

### **4.8 Requisiti minimi delle miscele in relazione all'impiego**

Ai fini di una corretta scelta del tipo e della classe di resistenza di calcestruzzo è fondamentale stabilire l'ambiente nel quale ciascun elemento strutturale deve essere inserito.

Per "ambiente", in questo contesto, si intende l'insieme di tutte le azioni chimiche e fisiche alle quali si presume che il calcestruzzo possa essere esposto durante il periodo di vita utile previsto delle opere e che causano effetti che non possono essere classificati come azioni dirette (carichi) o indirette (deformazioni impresse, cedimenti, variazioni termiche) nella progettazione strutturale. Ciascuna miscela di calcestruzzo (mix-design) deve essere definita con riferimento alle proprietà richieste (calcestruzzo "a prestazione garantita", secondo le norme UNI EN 206 e UNI 11104) e sottoposta ad approvazione da parte del DIREZIONE LAVORI.

Le classi di esposizione riferite alle azioni dell'ambiente sono indicate nelle norme UNI EN 206 – tabella 1 e UNI 11104 – p. 3.1.

#### **4.8.1 Calcestruzzi soggetti a cicli di gelo - disgelo**

I calcestruzzi in classe di esposizione XF2, XF3 e XF4 devono prevedere un contenuto minimo di aria aggiunta compreso tra il 3 e il 4 % secondo i valori minimi riportati nel prospetto 4 della norma UNI 11104 e nella tabella F.1 della UNI EN 206, da verificare mediante norma UNI EN 12350 parte 7. La presenza di micro bolle di aria uniformemente distribuite facilita, infatti, l'espansione dell'acqua durante il congelamento. Per una corretta valutazione del contenuto di aria necessario, l'ESECUTORE deve tenere in considerazione i fenomeni che inducono perdita d'aria, quali il pompaggio, la posa in opera, la compattazione. Per la resistenza ai cicli di gelo e disgelo l'ESECUTORE deve fare riferimento alle istruzioni per la prevenzione degli effetti contenute nella norma UNI 11417-1 e alla norma UNI 7087, per quanto riguarda le modalità di prova per la determinazione della resistenza ai cicli di gelo/disgelo.

L'ESECUTORE deve evitare che la disomogenea distribuzione delle micro bolle d'aria nell'impasto determini nella struttura volumi di calcestruzzo aventi caratteristiche estremamente variabili con conseguenti negative ripercussioni sulla resistenza e sulla durabilità dell'opera.

#### **4.8.2 6.5.5.2 Calcestruzzi soggetti ad attacco chimico**

Al fine di valutare l'eventuale attacco chimico cui potrebbero essere sottoposti i calcestruzzi, l'ESECUTORE ha l'onere del preventivo accertamento della presenza e della concentrazione nei terreni e nelle acque di agenti aggressivi di cui alla norma UNI EN 206 (tabella 2).

Gli agenti aggressivi di cui tener conto sono, per i terreni, gli ioni solfato ( $\text{SO}_4$ ), per le acque, gli ioni solfato, magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ) e ammonio ( $\text{NH}_4$ ), secondo quanto riportato anche nella norma UNI 11417 -1.

Nel caso di accertamento di ambiente chimicamente aggressivo, l'ESECUTORE deve individuare la classe di esposizione ambientale tra le classi XA1, XA2 e XA3, sulla base della concentrazione di agenti aggressivi presenti e utilizzare conseguentemente cementi a moderata, alta o altissima resistenza ai solfati, secondo UNI 9156, come indicato nella norma UNI 11417 -1 (Prospetto A.9).

#### **4.8.3 Calcestruzzi soggetti a dilavamento e penetrazione all'acqua**

Nel caso di calcestruzzi immersi in acqua, l'ESECUTORE deve valutare il grado di attacco chimico in funzione del contenuto di  $\text{CO}_2$  aggressiva nelle acque e del relativo pH, secondo quanto riportato nella norma UNI 11417-1. Nel caso di accertamento di ambiente chimicamente aggressivo deve individuare la classe di esposizione ambientale tra le classi XA1, XA2 e XA3 e conseguentemente deve utilizzare cementi a moderata, alta o altissima resistenza al dilavamento, secondo UNI 9606, come indicato nella medesima norma UNI 11417-1 (punto A.4.2).

#### **4.8.4 Calcestruzzi soggetti a reazione alcali-aggregati**

Solamente a livello di informativa per l'ESECUTORE si descrivono le tipologie di aggregato reattivo che sono quelle contenenti minerali reattivi nei confronti degli alcali ( $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ), quali la silice amorfa, la silice criptocristallina e fibrosa (calcedonio), il quarzo cristallino in

stato di alterazione o tensione con cristalli che presentano angolo di estinzione ondulata maggiore di 15° o contengono inclusioni di miche, ossidi e solfuri metallici.

Le rocce, nelle quali sono stati riscontrati di norma minerali reattivi, sono:

diaspri, ftaniti e simili nei quali il minerale reattivo è rappresentato da selce, costituita da quarzo microcristallino associato a calcedonio fibroso e silice opalina;

calcari arenacei (calcareniti e biocalcareniti) costituiti da calcite accompagnata da lenti di selce, gusci fossili, gusci fossili silicei e da granuli di quarzo con estinzione ondulata;

calcari silicizzati, costituiti da materiale di natura calcarea associati a gusci fossili calcitici parzialmente o totalmente silicizzati, oltre a quarzo e calcedonio.

L'ESECUTORE in sede di qualifica delle miscele da utilizzare, deve valutare il rischio di pericolosità causato dalla reazione alcali-aggregato sulla base delle indicazioni e dei metodi di prova suggeriti nella norma UNI 11417 - 2. Si precisa a riguardo che tutte le parti d'opere che svolgono funzioni strutturali sono da considerare in categoria III non essendo per esse assolutamente accettabile il rischio di degrado per reazione alcali- aggregato. Per il livello di protezione, salvo il caso di strutture in ambienti X0 e XC1/secco si deve assumere il "C" in base al quale devono utilizzarsi aggregati classificati non reattivi, sulla base della metodologia descritta nel seguito, e adottare un valore del SET (sodio equivalente totale per m<sup>3</sup> di calcestruzzo) non superiore a 3 kg Na<sub>2</sub>O<sub>eq</sub>/m<sup>3</sup>. E' possibile adottare un Set non superiore a 5.0 kg se l'aggregato è classificato non reattivo con ciascuno dei tre metodi di prova che costituiscono la metodologia di prova.

La norma prescrive la seguente metodologia di prova:

- esame petrografico (secondo UNI EN 932/3);
- prova ultra accelerata di espansione in malta (secondo UNI 8520/22);
- prova accelerata di espansione del calcestruzzo (secondo UNI 8520/22);

precisando che se i risultati delle prove 1 e 2 sono concordi nel diagnosticare l'aggregato come non reattivo (non sono identificate fasi reattive agli alcali nell'esame petrografico e l'espansione in malta è inferiore allo 0.10% dopo 14 giorni), l'aggregato può non essere sottoposto alla prova 3 e venire classificato non reattivo. Se invece esiste discordanza diagnostica tra gli esami 1 e 2, allora l'aggregato deve essere sottoposto alla prova 3 il cui risultato è decisivo ai fini della diagnosi di reattività o non reattività.

#### 4.9 Prescrizioni per i singoli tipi di calcestruzzo

Durante la fase di studio di qualifica della miscela di calcestruzzo l'ESECUTORE deve rispettare, per le tipologie di calcestruzzo indicate nella tabella 6.5.5.1 in funzione dei diversi campi d'impiego, sia i requisiti minimi precedentemente prescritti, sia le ulteriori caratteristiche di seguito riportate.

#### **4.9.1 Calcestruzzo armato gettato in opera**

##### **4.9.1.1 Calcestruzzi di tipo C**

Gli elementi strutturali per i quali è previsto l'impiego di calcestruzzi tipo C1 sono caratterizzati dalla proprietà comune di avere notevoli superfici esposte all'aria, perché le loro dimensioni si sviluppano per lunghezze elevate e spessore limitato.

Gli elementi strutturali per i quali è previsto l'impiego di calcestruzzi tipo C2 sono caratterizzati da dimensioni massicce e, pertanto, la miscela deve essere definita per tenere conto soprattutto dei fenomeni di fessurazione connessi all'elevato gradiente termico tra nucleo e periferia del manufatto.

I valori soglia prescritti per DTmax (come definito al punto 6.10.3) sono 40°C per i calcestruzzi di tipo C1 e 50°C per quelli di tipo C2. Tali valori sono comunque da rapportarsi all'effettiva geometria, dimensione, costituzione e grado di vincolo della parte d'opera in oggetto. Per i calcestruzzi di tipo C1 è prevista la valutazione del ritiro idraulico in sede di qualifica della miscela.

##### **4.9.1.2 Calcestruzzi di tipo D**

I calcestruzzi in tipologia D sono destinati alla realizzazione di pavimentazioni rigide e di manufatti estrusi, dove è necessario garantire requisiti di resistenza meccanica a trazione per flessione unitamente a caratteristiche di lavorabilità proprie di miscele da porre in opera mediante macchine (es. vibrofinitrici per le lastre in cls) che richiedono consistenza molto asciutta.

Deve essere verificata in fase di qualifica la resistenza caratteristica a trazione per flessione secondo norma UNI EN 12390-5, il cui valore deve essere  $\geq 4$  MPa a 7gg e  $\geq 5$  MPa a 28gg.

##### **4.9.1.3 Calcestruzzi di tipo E**

I calcestruzzi in tipologia E sono destinati alla realizzazione di tombini scatolari o circolari per la canalizzazione e l'allontanamento delle acque meteoriche.

Allo scopo di ottenere un buon grado di finitura superficiale, una buona resistenza all'abrasione e una bassa permeabilità del manufatto, si deve prevedere l'aggiunta di un adeguato dosaggio di microsilice pari almeno a 20 kg/m<sup>3</sup> nella miscela di calcestruzzo, unitamente ad un tipo e a un dosaggio di superfluidificante da dichiarare nello studio di pre-qualifica e da verificare in fase di qualifica della miscela in impianto.

Deve essere altresì verificata in fase di qualifica la penetrazione all'acqua secondo norma UNI EN 12390-8.

##### **4.9.1.4 Calcestruzzi di tipo F**

Questo tipo di calcestruzzo è destinato alle applicazioni in galleria.

##### **4.9.1.5 - Calcestruzzi di tipo F1 e F2**

I calcestruzzi di tipologia F1 e F2 sono destinati alla realizzazione degli archi rovesci delle gallerie. In virtù dell'assenza di cassatura, e quindi della maggiore dispersione di temperatura, nonché dell'assenza di vincoli della struttura, per il getto dell'arco rovescio l'ESECUTORE deve fare in modo di limitare lo sviluppo di calore interno per evitare la formazione di fessure. Il valore soglia prescritto per DTmax (come definito al punto 6.5.6.3) e

40°C. Tale valore e comunque da rapportarsi all'effettiva geometria, dimensione, costituzione e grado di vincolo della parte d'opera in oggetto.

#### **4.9.1.6 - Calcestruzzi di tipo F3**

I calcestruzzi di tipologia F3 e destinato alla realizzazione dei piedritti e della calotta delle gallerie. Per tali getti l'ESECUTORE deve fare in modo di limitare lo sviluppo di temperatura all'interno del getto ed il gradiente termico tra il calcestruzzo all'intradosso della calotta e l'ambiente esterno. Il valore soglia prescritto per DTmax (come definito al punto 6.5.6.3) e 35°C. Tale valore e comunque da rapportarsi all'effettiva geometria, dimensione, costituzione e grado di vincolo della parte d'opera in oggetto.

#### **4.9.1.7 Calcestruzzi di tipo G**

I calcestruzzi di tipologia G sono destinati alla realizzazione di muri, solettoni di fondazione, fondazioni, cunette e canalette. Il valore soglia prescritto per DTmax (come definito al punto 6.5.6.3) e 40°C. Tale valore e comunque da rapportarsi all'effettiva geometria, dimensione, costituzione e grado di vincolo della parte d'opera in oggetto.

#### **4.9.1.8 Calcestruzzi di tipo H**

I calcestruzzi tipo H sono destinati alla realizzazione di pali, paratie e diaframmi.

Il calcestruzzo deve presentare caratteristiche di prolungato mantenimento della lavorabilità e di prolungati tempi di presa, anche al fine di conseguire un getto omogeneo e privo di segregazione. A questo fine deve essere verificata la corretta granulometria dell'aggregato, il possibile utilizzo di aggiunte di cenere volante o fumi di silice, o di specifici coesivizzanti e la possibilità d'impiego di ritardanti finalizzato al mantenimento della classe di consistenza per il tempo intercorrente dal confezionamento all'impianto al completamento del getto.

Devono inoltre essere verificati i seguenti punti:

- l'opportunità di utilizzo di specifici additivi superfluidificanti con forte effetto ritardante o di
- combinazioni di additivi superfluidificanti e additivi ritardanti, comunque conformi alla norma UNI EN 934/2;
- la non segregazione della miscela, mediante test di spandimento a due ore (UNI EN 12350-5);
- il tempo di inizio presa del calcestruzzo che non sia inferiore alle 4 ore ad una temperatura di 30°C, misurato secondo la norma UNI 7123.

### **4.10 Qualifica dei mix design per conglomerati cementizi**

E' obbligo dell'ESECUTORE conseguire, preliminarmente a qualsiasi getto, la qualifica del mix design dei calcestruzzi da utilizzare. E' possibile non procedere a dette qualifiche ma utilizzare miscele già testate dal produttore del calcestruzzo e che rispondano ai requisiti richiesti dalla presente sezione del Capitolato, solamente negli appalti di lavori che prevedono un quantitativo complessivo di calcestruzzo inferiore a 1500 m<sup>3</sup>. In tal caso l'ESECUTORE deve presentare alla DIREZIONE LAVORI, per la preventiva approvazione, tutta la certificazione acquisita dall'impianto di produzione relativa alle miscele di calcestruzzo che intende utilizzare.

Si precisa che l'ESECUTORE ha l'obbligo di procedere dopo un anno a nuova qualifica delle miscele destinate alla realizzazione di quantitativi di calcestruzzo maggiori

di 1500 m<sup>3</sup>. L'ESECUTORE, in tal caso, deve comunicare alla DIREZIONE LAVORI la data di inizio dell'attività di riqualifica, restando inteso che qualora la DIREZIONE LAVORI non possa assistere, lo stesso dovrà comunque fornire tutte le risultanze delle prove effettuate in quel giorno/per quella attività.

Si definiscono di seguito le attività che l'ESECUTORE deve eseguire al fine di conseguire la qualifica del conglomerato cementizio.

#### **4.10.1 Studi preliminari di prequalifica**

Preliminarmente alla fornitura del calcestruzzo l'ESECUTORE deve presentare per approvazione alla DIREZIONE LAVORI, nei modi e nei tempi previsti contrattualmente, i dossier di qualifica degli impasti per tutti i tipi e le classi di calcestruzzo da utilizzare per la costruzione delle opere.

A tal fine l'ESECUTORE deve presentare, allegato al suddetto dossier, un documento preliminare di prequalifica atto ad attestare la conformità del calcestruzzo e dei singoli costituenti alle prescrizioni e norme riportate sia nel progetto approvato che nel presente documento, basato su studi preliminari ed eventuali verifiche condotte direttamente presso l'impianto di betonaggio.

In particolare, nella relazione di prequalifica l'ESECUTORE deve fare esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- conformità dei materiali costituenti a quanto prescritto nel presente Capitolato;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la norma UNI EN 1097 parte 6;
- studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- peso specifico del calcestruzzo fresco e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale a cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza, secondo la norma UNI EN 12350, parti 2 e 5;
- risultati delle prove di resistenza a compressione e determinazione del valore caratteristico, secondo UNI EN 12390-3;
- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 2÷28 giorni);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- apposite procedure sui sistemi di trasporto, di getto e di maturazione.

#### 4.10.2 Qualifica all'impianto di betonaggio

In questa fase l'ESECUTORE deve realizzare alla presenza della DIREZIONE LAVORI gli impasti di verifica all'impianto di produzione, in base ai seguenti requisiti:

1. il valore della resistenza media a compressione a 28 giorni, misurata su almeno 4 prelievi (la resistenza di ciascun prelievo è la media delle resistenze a compressione di due o più provini), deve essere:
 

per $R_{ck} \leq 30 \text{ N/mm}^2$	$R_m \geq 1,15 R_{ck}$
per $R_{ck} > 30 \text{ N/mm}^2$	$R_m \geq 1,10 R_{ck}$

 con valore minimo di ogni singolo provino  $R_i \geq R_{ck}$ ;
2. il valore dell'abbassamento al cono deve essere conforme alla classe di consistenza dichiarata e mantenersi entro i limiti della stessa per almeno 60 minuti;
3. il rapporto acqua/cemento non si discosti di + 0.02 da quello dichiarato nella prequalifica;
4. il valore della massa volumica del calcestruzzo fresco deve essere tale che la resa volumetrica del calcestruzzo (rapporto tra la massa volumica impostata e la massa volumica misurata) sia contenuta in un intervallo di +/- 3% del valore unitario.

Se le resistenze medie a compressione per ciascun tipo di calcestruzzo, misurate a 3, 7 e 28 giorni sui provini prelevati dall'impasto di prova all'impianto, non si discostano di  $\pm 15\%$  dalle resistenze indicate nella relazione di prequalifica, queste verranno assunte a riferimento per i primi 50 prelievi; in caso contrario l'impasto di prova all'impianto deve essere ripetuto e i valori delle resistenze da assumere a riferimento per i primi 50 prelievi verranno determinate adottando, per ciascuna età di maturazione, la media delle resistenze a 3, 7 e 28 giorni dei due impasti di prova. Più precisamente, le prove da eseguire in fase di qualifica delle miscele all'impianto di betonaggio devono essere le seguenti:

##### 4.10.2.1 Calcestruzzo fresco

- rapporto acqua/cemento, da verificare mediante essiccazione di un campione di calcestruzzo fresco, come specificato al precedente punto 6.5.4.3.;
- classe di consistenza, da verificare secondo UNI EN 12350 parte 2 o UNI EN 12350 parte 5, con mantenimento della classe fino a 60 minuti;
- determinazione acqua essudata, da misurare secondo UNI EN 480/4;
- contenuto di cloruri nell'impasto come definito in UNI EN 206;
- percentuale di aria occlusa, da misurare secondo UNI EN 12350 parte 7 (per i calcestruzzi areati);
- massa volumica, da misurare secondo UNI EN 12350 parte 6;
- controllo acqua di impasto secondo UNI EN 1008;
- ritiro idraulico secondo UNI 11307 ( per i calcestruzzi tipo C1 e A1);
- ritiro termico (per i calcestruzzi tipo C1, C2, F1, F2, F3, G).

Per getti da effettuarsi in clima caldo dove la temperatura ambiente non sia tale da garantire una temperatura massima del calcestruzzo come indicato al punto 6.5.4.7, deve essere prevista l'idoneità della miscela anche per temperature superiori, mediante qualifica comprensiva di additivi ritardanti o superfluidificanti del tipo di cui al punto 6.5.2 al fine di garantire il mantenimento dei tempi di presa e della classe di consistenza di progetto.

#### **4.10.2.2 Calcestruzzo indurito**

- determinazione della resistenza a compressione a 1, 3, 7, 14 e 28 giorni di stagionatura, in conformità alla norma UNI EN 12390 parte 3;
- determinazione del modulo elastico statico a compressione, secondo UNI 6556;
- determinazione della resistenza a trazione indiretta secondo UNI EN 12390-6;
- determinazione della massa volumica, da verificare secondo UNI EN 12390-7;
- determinazione della profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione secondo la norma UNI EN 12390-8 (per i calcestruzzi di classe B1, B2 ed E);
- determinazione della resistenza ai cicli di gelo disgelo, secondo norma UNI 7087, nel caso di specifiche indicazioni progettuali.

La prova della profondità di penetrazione all'acqua (secondo UNI EN 12390-8), da eseguirsi su almeno 3 provini, dovrà fornire i seguenti valori: valore massimo:  $\leq 50$  mm; valore medio  $\leq 20$  mm.

La determinazione della resistenza a compressione a 1,3,7,14 giorni, di cui al primo punto del precedente elenco, verrà eseguita mediante prove sul materiale relativo 1 prelievo (2 cubetti) mentre la determinazione della resistenza a 28 giorni, mediante prove su 4 prelievi (8 cubetti).

Inoltre, possono essere richieste dalla DIREZIONE LAVORI prove allo scopo di definire un'apposita correlazione per la stima della resistenza mediante metodi non distruttivi (secondo UNI EN 12504-2/4), in modo da avere un ulteriore parametro di confronto in caso di non conformità in opera.

Devono essere verificati, in aggiunta alle specifiche sopra riportate, anche i requisiti aggiuntivi per le miscele di calcestruzzo definiti al punto 6.5.6 e quelle per i singoli tipi di calcestruzzo riportate nel presente Capitolato.

Inoltre, l'ESECUTORE deve verificare la rispondenza dei dosaggi impostati con i dosaggi realmente effettuati durante il caricamento all'impianto mediante esame della stampa della ricetta.

Nel caso in cui la miscelazione del calcestruzzo da gettare in opera venga affidata ad autobetoniera, in fase di qualifica non può utilizzarsi il miscelatore ma solamente l'autobetoniera.

Tutti gli oneri e gli eventuali ritardi causati dalle ripetizioni delle prove all'impianto di confezionamento saranno a totale carico dell'ESECUTORE.

L'approvazione delle miscele di calcestruzzo da parte della DIREZIONE LAVORI non libera in alcun modo l'ESECUTORE dalle sue responsabilità in base alle norme vigenti.

La qualifica delle miscele deve essere ripetuta, con le medesime modalità, ogni qualvolta venissero a modificarsi i componenti o i dosaggi dei costituenti del calcestruzzo o le modalità di confezionamento delle miscele stesse.

#### **4.11 Controlli di conformità in corso d'opera e frequenze di prova**

Ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da documenti che indichino gli estremi della certificazione di controllo di produzione in fabbrica FPC (factory production control) in conformità al DM 14/1/2008.

la DIREZIONE LAVORI effettuerà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza dei materiali e degli impasti impiegati con quelle garantite in sede di qualifica.

Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'ESECUTORE dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati all'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o presso l'impianto di confezionamento, ad eccezione delle eventuali determinazioni chimiche e dei controlli di accettazione che dovranno essere eseguiti presso laboratori di cui all'art. 59 del DPR n.380/2001.

### **1.1.1 Controlli di accettazione della resistenza a compressione**

Per il controllo di conformità della resistenza a compressione da parte della DIREZIONE LAVORI, valgono le prescrizioni contenute nel DM 14/1/2008 e nella relativa Circolare esplicativa. I controlli saranno classificati come segue:

- di tipo A: controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto;
- di tipo B: controllo di accettazione impiegato quando siano previsti quantitativi di miscela omogenea uguali o superiori ai 1500 m<sup>3</sup>.

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire all'uscita della betoniera (non prima di aver scaricato almeno 0.3 m<sup>3</sup> di conglomerato e possibilmente a metà del carico). I campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2.

Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro pari a 150 mm ed altezza pari a 300 mm.

Sulla superficie dei provini sarà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dal DIREZIONE LAVORI al momento del confezionamento dei provini.

L'esecuzione del campionamento deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

- identificazione del campione;
- tipo di calcestruzzo;
- numero di provini effettuati;
- codice del prelievo;
- metodo di compattazione adottato;
- numero del documento di trasporto;
- ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura, soletta di ponte, ecc.);
- identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;

- data e ora di confezionamento dei provini;
- firma della D.L.

Al termine del prelievo i provini verranno conservati in adeguate strutture predisposte dall'ESECUTORE, appoggiati al di sopra di una superficie orizzontale piana in posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). Trascorso questo termine i provini dovranno essere consegnati al Laboratorio incaricato di eseguire le prove di schiacciamento, ove si provvederà alla loro conservazione, una volta rimossi dalle casseforme, in acqua alla temperatura costante di  $20 \pm 2$  °C oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di  $20 \pm 2$  °C e umidità relativa superiore al 95%.

Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate) per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.

L'ESECUTORE sarà responsabile della corretta conservazione e custodia dei provini campionati, nonché del trasporto e della consegna degli stessi al Laboratorio incaricato. Alla consegna deve essere prodotta una domanda ufficiale di richiesta prove sottoscritta dalla Direzione Lavori, la quale indicherà la posizione e il tipo di strutture interessate da ciascun prelievo.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al par. 11.2.5.3 del DM 14-01-2008.

#### ***4.11.1 Controllo di accettazione dei valori di consistenza***

Salvo diverse specifiche e/o accordi con la DIREZIONE LAVORI la lavorabilità al momento del getto sarà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione. L'ESECUTORE è tenuto comunque a verificare la consistenza del calcestruzzo di ogni autobetoniera e a darne evidenza alla DIREZIONE LAVORI. La misura della lavorabilità sarà condotta in accordo alla UNI-EN 206 dopo aver scaricato dalla betoniera almeno 0,3 m<sup>3</sup> di calcestruzzo e sarà effettuata mediante differenti metodologie.

Sarà cura dell'ESECUTORE garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che è assolutamente vietata qualsiasi aggiunta di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. L'ESECUTORE deve garantire che tra fine confezionamento del calcestruzzo e fine getto non intercorra un tempo superiore a 90 minuti.

Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dall'impianto al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione purché esso posseda i requisiti di lavorabilità e resistenza iniziale prescritti. Di ciò si deve dare evidenza mediante apposita specifica della miscela approvata dalla DIREZIONE LAVORI.

Il calcestruzzo con lavorabilità inferiore potrà essere a discrezione della DIREZIONE LAVORI:

- respinto (l'onere della nuova fornitura in tal caso resta in capo all'ESECUTORE);

- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione; tutti gli oneri derivanti dalla maggior richiesta di compattazione restano a carico dell'ESECUTORE.

#### **4.11.2 Controlli di conformità della resistenza sulle opere finite**

In caso di controllo su elementi strutturali già realizzati dove si possono essere evidenziate problematiche tali da richiedere la verifica della qualità del materiale, il prelievo, da eseguire da parte dell'ESECUTORE in contraddittorio con la DIREZIONE LAVORI, deve avvenire eseguendo carotaggi dai quali ricavare un numero adeguato di provini cilindrici con operazioni di taglio e rettifica delle basi, in accordo alla norma UNI EN 12504-1.

Si riportano le prescrizioni e raccomandazioni che devono essere seguite dall'ESECUTORE nell'applicare il criterio di seguito esposto per la valutazione dei risultati:

- l'estrazione e la prova devono essere preferibilmente effettuate non oltre due mesi dopo la posa in opera del calcestruzzo; per tempi più lunghi gli effetti di maturazione e carbonatazione superficiale possono portare a sovrastima delle resistenze di cui si deve tenere conto;
- l'estrazione dei provini da strutture in elevazione deve essere effettuata nella parte mediana delle strutture perché l'effetto di autocompattazione porta a incrementi della massa volumica e della resistenza nella parte inferiore;
- i provini ricavati dai prelievi non devono contenere al loro interno più di un elemento di armatura normale alla direzione di prova, preferibilmente nessuno, in caso contrario il provino deve essere scartato; inoltre i provini non devono contenere alcuna armatura in direzione parallela al loro asse longitudinale.

La stima della resistenza caratteristica del calcestruzzo si baserà sui risultati ottenuti nelle prove a compressione su un numero  $n$  di provini estratti dalla porzione di struttura in esame tenuto conto che per ogni lotto di 100 m<sup>3</sup> di calcestruzzo indagato o frazione, il numero di provini  $n$  non deve risultare minore di quattro.

Il diametro delle carote deve essere maggiore di almeno 3 volte la dimensione massima effettiva dell'aggregato e comunque maggiore di 100 mm. Il rapporto tra lunghezza e diametro dei provini deve essere possibilmente pari a 2 o comunque compreso tra 1 e 2.

Le carote una volta estratte, e i provini da esse successivamente ricavati, devono essere mantenuti umidi mediante idonei sistemi di protezione (teli umidi, sacchi chiusi, immersione in acqua, ecc.) fino alla prova di compressione; nelle lavorazioni di taglio e spianatura si deve evitare ogni essiccazione della superficie.

L'ESECUTORE deve eseguire le prove di compressione sulle carote esclusivamente presso Laboratori Ufficiali o Autorizzati come indicato al punto 6.5.1 della presente sezione di Capitolato, alla presenza della DIREZIONE LAVORI.

I dati riscontrati devono essere registrati dall'ESECUTORE con data, ora e punti di prelievo, comprensivi delle note di commento a cura della DIREZIONE LAVORI.

Deve essere eseguita la misura della massa volumica media delle carote estratte dalla struttura ( $mv$ ). Il confronto con la massa volumica determinata in sede di prelievo di accettazione dei provini cubici ( $mvo$ ), compattati a rifiuto, porterà alla valutazione del grado di compattazione del calcestruzzo nella struttura:  $G_c = mv/mvo$

Tale rapporto deve risultare maggiore di 0,90, ed in questo caso si procederà alla misura delle resistenze a compressione sulle carote, altrimenti l'elemento strutturale non può essere accettato.

Per la modalità di determinazione della resistenza strutturale e per i criteri di accettabilità si rimanda al par. 11.2.8 della Circolare 2/2/09 n. 617/C.S.LL.PP.

#### Controlli integrativi

Ad insindacabile giudizio del DIREZIONE LAVORI, possono essere richiesti ulteriori controlli sul calcestruzzo di cui alle norme UNI EN 12504-2/3/4.

### **4.12 Caratteristiche dell'acciaio d'armatura per c.a.**

#### ***4.12.1 Prescrizioni comuni alle tipologie di acciaio***

L'ESECUTORE deve utilizzare acciai prodotti con un sistema di controllo permanente della produzione in stabilimento, mediante un sistema di gestione della qualità del prodotto certificato da parte di un organismo terzo indipendente che operi in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO /IEC 17021:2006.

La valutazione e il mantenimento della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito avviene mediante marcatura CE ai sensi del Regolamento EU n.311/11 di recepimento della direttiva 89/106/CEE o, quando non applicabile, come nel caso delle armature per cemento armato, attraverso la procedura di qualificazione indicata nel DM 14.01.2008 p. 11.3.1.2, con rilascio di apposito Attestato di Qualificazione da parte del Servizio Tecnico Centrale (S.T.C.) della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici che deve accompagnare tutte le forniture di acciaio.

Deve essere garantita l'identificazione e la rintracciabilità dei prodotti qualificati mediante apposita marchiatura, secondo quanto indicato nel suddetto DM 14.01.2008 p. 11.3.1.4, inserita nel Catalogo Ufficiale degli acciai qualificati depositato presso il S.T.C..

La marchiatura deve specificare in modo inequivocabile il riferimento all'azienda produttrice, allo stabilimento, al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

La stessa deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione. La sua mancanza, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rende il prodotto non impiegabile.

Le forniture devono inoltre essere provviste dell'apposito cartellino indicante la designazione del prodotto come indicato, ad esempio, nella norma UNI EN 10080.

La DIREZIONE LAVORI, prima della messa in opera, verificheranno che tutte le forniture provenienti dallo stabilimento di produzione siano accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione e la corrispondenza del marchio riportato sulle armature con quello riportato sull'attestato stesso. Si precisa che per le barre ordinarie e per i rotoli è ammessa solamente la marchiatura di laminazione. Il documento di trasporto deve riportare altresì:

- la data di spedizione e le indicazioni relative alla quantità, al tipo, alla colata, al destinatario e all'opera per cui l'acciaio è destinato.
- l'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione (come indicato al par. 11.3.1.7 del DM).

Nel caso di fornitura effettuata da un centro di trasformazione (es. sagomatori o assemblatori) la DIREZIONE LAVORI verificherà preliminarmente il possesso dei requisiti di cui al par. 11.3.1.7 del DM 14/1/2008; in particolare acquisiranno gli estremi dell'attestato di Denuncia dell'attività di Centro di trasformazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del C.S. dei Lavori Pubblici in quanto un centro di trasformazione privo di tale attestato non può fornire acciaio presagomato.

Sul documento di trasporto delle forniture in cantiere devono essere indicati gli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione e il logo o il marchio del centro di trasformazione con indicazione dell'utilizzazione prevista secondo il progetto approvato (opera, parte d'opera, posizione, numero totale dei ferri per posizione).

#### **4.12.2 Acciaio per cemento armato**

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciaio saldabile e ad aderenza migliorata, delle seguenti tipologie:

##### **4.12.2.1 Acciaio per c.a. B450C**

- Barre di acciaio ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$ );
- Rotoli ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ );
- Reti elettrosaldate ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ );
- Tralacci elettrosaldati ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ ).

##### **4.12.2.2 Acciaio per c.a. B450A**

- Barre di acciaio ( $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$ );
- Rotoli ( $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$ );
- Reti elettrosaldate ( $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$ );
- Tralacci elettrosaldati ( $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$ ).

Tali prodotti possono essere utilizzati direttamente o come elementi di base per successive trasformazioni (saldature, sagomature ecc.). Le loro caratteristiche meccaniche devono rispettare i requisiti previsti dal D.M.14.01.2008 - p. 11.3.2.1 e 11.3.2.2.

L'idoneità alla saldatura è condizionata dal non superamento dei valori di composizione chimica indicati nella tabella 11.3.II del DM 14/1/2008.

Se previsti da progetto possono impiegarsi altri tipi di acciaio quali gli inossidabili o gli zincati; per entrambi è richiesto il soddisfacimento dei requisiti indicati rispettivamente nei paragrafi 11.3.2.9.1. e 11.3.2.9.2. del medesimo D.M..

Per gli zincati debbono essere eseguiti specifici controlli sullo spessore e sulla continuità del rivestimento, nonché sull'aderenza acciaio-rivestimento in osservanza della norma UNI 10622.

#### **4.12.3 Controlli di accettazione in cantiere**

I controlli sull'acciaio consegnato in cantiere sono disposti dal DIREZIONE LAVORI sotto il proprio controllo diretto e devono eseguirsi prima della messa in opera del prodotto e comunque entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere.

Le modalità di prelievo e di valutazione della conformità del prodotto sono quelle indicate ai paragrafi 11.3.2.10.4, per barre e rotoli, e 11.3.2.11.3 per reti e tralicci elettrosaldati del DM 14/1/2008.

Su ciascun lotto di spedizione consegnato, formato da massimo 30 t, si dovranno prelevare n. 3 spezzoni di lunghezza non inferiore a 120 cm o n. 3 saggi ricavati da tre diversi pannelli (reti e tralicci elettrosaldati), marchiati, dello stesso diametro e provenienti dallo stesso stabilimento di produzione. Qualora il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino una diversa provenienza, i controlli debbono essere estesi a ciascun lotto di provenienza.

Nel caso di armature provenienti da un Centro di Trasformazione, la DIREZIONE LAVORI potrà effettuare i controlli di accettazione anche recandosi presso il medesimo Centro.

In tal caso i prelievi verranno effettuati dal Direttore Tecnico del Centro di Trasformazione, secondo le disposizioni impartite dalla DIREZIONE LAVORI li presenti, che si assicureranno mediante sigle, etichettature, ecc., che i campioni inviati al laboratorio incaricato siano quelli da lui prelevati e che sottoscriverà la richiesta specificando la struttura interessata dal prelievo.

I certificati di prova emessi dai laboratori devono contenere tutte le indicazioni elencate nel par. 11.3.2.10.4 del D.M. 14.01.2008 e la verifica delle tolleranze dimensionali riportate al par. 11.3.2.8 del DM 14/1/2008.

La DIREZIONE LAVORI acquisiranno tali certificati di prova e confronteranno i valori riscontrati con quelli di accettazione riportati sulla tabella 11.3.VI del suddetto paragrafo.

Se i risultati delle prove sono maggiori o uguali al valore prescritto, il lotto consegnato deve essere considerato conforme altrimenti si dovrà procedere a ulteriori prelievi e prove secondo quanto stabilito nel par. 11.3.2.10.4 del D.M. 14.01.2008.

Per quanto riguarda la verifica delle tolleranze dimensionali, si precisa che per valori della sezione misurata compresa fra il 98% e il 100% della sezione teorica, il materiale sarà contabilizzato sulla base della sezione teorica stessa. Per valori della sezione misurata inferiori al 98%, ma superiori al valore limite ammesso per la tolleranza dal DM 14/1/2008, l'ESECUTORE dovrà procedere al reintegro della sezione mancante negli elementi strutturali ai quali l'armatura è destinata, o, in alternativa, potrà produrre, a sua cura e spese, calcoli di resistenza che giustificano l'impiego del minor quantitativo di armatura. Quest'ultimo, nel caso di esito positivo delle verifiche, verrà contabilmente detratto dall'importo contrattuale.

La DIREZIONE LAVORI, oltre alle prove previste dalla normativa, potranno disporre l'effettuazione di ulteriori controlli con le modalità che verranno a riguardo indicate.

Il materiale non ritenuto idoneo deve essere stoccato dall'ESECUTORE in apposita area.

L'ESECUTORE deve acquisire la documentazione su indicata e ne deve riportare gli estremi all'interno del "Registro dei ferri e prelievi" atto a consentire la rintracciabilità tra i singoli documenti di trasporto degli acciai, parte dell'opera dove lo stesso è stato impiegato e i relativi certificati di prova.

Tale documento deve formare oggetto di controllo da parte della DIREZIONE LAVORI e del Collaudatore delle strutture.

#### 4.13 Norme e regole di esecuzione

##### **4.13.1 Impiego di magrone o malta di livellamento**

L'ESECUTORE, prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, deve predisporre sul fondo dello scavo già adeguato, uno strato di calcestruzzo magro (Tipo I della tabella 6.9.1) avente la funzione di piano di appoggio livellato e di cuscinetto isolante contro l'azione aggressiva del terreno.

Lo spessore minimo dello strato, se non diversamente previsto dai documenti di progetto, è 10 cm. L'ESECUTORE deve verificare che, prima di effettuare la posa in opera della malta di livellamento, le superfici siano accuratamente pulite.

##### **4.13.2 Posa in opera delle casseforme**

L'ESECUTORE deve comunicare preventivamente alla DIREZIONE LAVORI il sistema e le modalità esecutive che intende adottare per l'esecuzione dei getti, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'ESECUTORE stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione delle opere provvisorie e della loro rispondenza a tutte le norme di legge e ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto deve essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto. Nella progettazione e nell'esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'ESECUTORE è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni e i vincoli che eventualmente fossero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata dall'intervento e in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature devono essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare e uniforme.

##### **4.13.2.1 Caratteristiche delle casseforme**

E' consentito l'uso di casseforme di tipo metallico, in legno o costituite da materiali fibrocompressi. Dimensioni e spessori devono essere tali da garantire la stabilità del posizionamento, eventualmente ricorrendo a opportuni irrigidimenti o controventature.

Per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo, l'ESECUTORE deve verificare che siano adottate specifiche matrici in conformità a quanto previsto dal progetto approvato.

Nel caso di getti all'aperto in condizioni di temperatura sfavorevole (prossime ai limiti di accettabilità previsti per il calcestruzzo) l'ESECUTORE deve utilizzare casseforme di legno per la loro minore conducibilità termica, e deve curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

Nel caso di cassetta a perdere inglobata nell'opera, l'ESECUTORE deve verificarne la funzionalità se è elemento portante e la non dannosità se è elemento accessorio.

#### **4.13.2.2 Pulizia e trattamento**

L'ESECUTORE deve avere cura che i casseri siano sempre puliti e privi di elementi che possano pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito e, quando necessario, prima di ogni getto, facendo uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. Non è consentito l'utilizzo di prodotti potenzialmente macchianti o in grado di alterare la superficie di calcestruzzo in faccia vista.

L'ESECUTORE deve accertarsi che su tutte le casseforme di una stessa opera sia utilizzato lo stesso prodotto disarmante.

L'ESECUTORE per l'impiego e le prove sui prodotti disarmanti deve fare riferimento a quanto indicato nelle norme UNI 8866 parti 1 e 2.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto l'ESECUTORE deve fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata, garantendo la vibrazione contemporaneamente al getto.

Per conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, nel caso di uso di disarmanti, l'ESECUTORE deve eseguire prove preliminari alla presenza della DIREZIONE LAVORI per dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

#### **4.13.2.3 Legature delle casseforme e distanziatori delle armature**

L'ESECUTORE deve verificare che i dispositivi che mantengono in posizione le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non siano dannosi a quest'ultimo; ove possibile, gli elementi delle casseforme devono essere fissati nell'esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio; dove ciò non fosse possibile, l'ESECUTORE può adottare altri sistemi da concordare con la DIREZIONE LAVORI.

Non è consentito l'uso di distanziatori di legno o metallici; sono ammessi distanziatori di plastica o in malta di cemento di forma cilindrica, semicilindrica o emisferica.

L'ESECUTORE deve verificare che la superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma sia ridotta al minimo.

#### **4.13.2.4 Giunti tra gli elementi di cassaforma**

L'ESECUTORE deve verificare che i giunti tra gli elementi di cassaforma siano realizzati con ogni cura al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia, irregolarità e sbavature; può essere richiesto da progetto che tali giunti debbano essere evidenziati.

L'ESECUTORE deve verificare che le riprese di getto in corrispondenza dei giunti di cassaforma sulla faccia vista siano delle linee rette e, qualora richiesto dalla DIREZIONE LAVORI, siano marcate con gole o risalti in profondità, da sigillare opportunamente all'occorrenza.

#### **4.13.2.5 Controlli sulle casseforme**

L'ESECUTORE, se non diversamente previsto, deve verificare la conformità delle casseforme riguardo ai seguenti punti:

- caratteristiche costruttive e strutturali;
- pulizia e trattamento;
- legature;
- giunti, in particolare nei punti di ripresa del getto;
- predisposizioni dei fori, delle tracce, delle cavità, ecc., previste nei disegni costruttivi;
- copriferro;
- prodotti disarmanti.

#### **4.13.3 Posizionamento e realizzazione di gabbie di armatura e giunzioni**

L'ESECUTORE deve, per quanto possibile, assicurare che siano garantite le seguenti condizioni:

- composizione fuori opera delle gabbie di armatura;
- in corrispondenza di tutti i nodi devono essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto;
- posizione delle armature metalliche entro i casseri, utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori di cui già detto;
- adozione di tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura, la stessa, se eseguita in cantiere, deve essere autorizzata dalla DIREZIONE LAVORI dietro preventiva presentazione di un' idonea procedura di lavoro che espliciti le modalità di esecuzione, i materiali e le attrezzature, nonché le qualifiche dei saldatori.

In questo caso l'ESECUTORE deve effettuare prelievi di barre con elementi di staffa saldati da sottoporre a prove di trazione e di resistenza al distacco presso laboratori di cui al punto 6.5, allo scopo di verificare anche che la saldatura non abbia provocato una riduzione di resistenza nelle barre.

Nel corso dei lavori la DIREZIONE LAVORI può comunque richiedere ulteriori prove di controllo sulle saldature eseguite.

Nel caso d'impiego di manicotti filettati per la giunzione delle barre, l'ESECUTORE deve consegnare preventivamente alla DIREZIONE LAVORI, per accettazione, le schede tecniche dei prodotti che intende utilizzare.

Devono essere eseguiti i controlli previsti per le forniture di acciaio indicati nel presente Capitolato.

In fase di posa e messa in opera deve essere eseguito prima del getto, il controllo, da parte della DIREZIONE LAVORI, della conformità ai disegni e alle specifiche relativamente a:

- dimensioni e sagome delle barre;

- posizionamento e regolarità delle maglie;
- valore delle sovrapposizioni;
- legature e distanziatori (secondo quanto indicato al punto 6.5.11.2);
- maglia o terminale di messa a terra (se previsto);
- il controllo della pulizia dei ferri e degli eventuali inserti.

Le tolleranze relativamente alle armature da cemento armato sono indicate nel par. 6.5.15.

#### **4.13.4 Posa in opera del calcestruzzo**

##### **4.13.4.1 Attività preliminari alla fase di getto**

L'ESECUTORE è tenuto a presentare alla DIREZIONE LAVORI, nei modi e nei tempi previsti dal Contratto, un programma dei getti che saranno eseguiti nella settimana lavorativa successiva, con indicazione di:

- data e ora di esecuzione del getto;
- ubicazione del getto (opera e parte d'opera);
- classe di resistenza del conglomerato cementizio, in accordo a quanto previsto dal progetto;
- metri cubi di calcestruzzo previsti;
- impianto di betonaggio di provenienza;
- riferimenti alla specifica documentazione di controllo approvata dal DIREZIONE LAVORI.

Ogni variazione al programma deve essere comunicata (salvo casi dovuti a motivi di sicurezza), in forma scritta, con un preavviso minimo di 1 giorno.

Inoltre l'ESECUTORE deve prevedere l'elaborazione di una specifica di stagionatura delle opere/parti d'opera da realizzare; tale specifica deve essere trasmessa per informazione alla DIREZIONE LAVORI.

##### **4.13.4.2 Esecuzione dei getti**

L'ESECUTORE può iniziare le attività di getto solo dopo che la DIREZIONE LAVORI abbia eseguito la verifica di conformità relativamente a piani di posa, casseforme, armatura, copriferro, inserti e quant'altro previsto dal progetto approvato. Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di un responsabile tecnico dell'ESECUTORE.

Nel caso di getti contro terra l'ESECUTORE deve controllare che siano state eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto e/o alle disposizioni della DIREZIONE LAVORI:

- la pulizia delle superfici a contatto con il getto;
- la verifica del posizionamento di eventuali drenaggi, nonché la predisposizione dei mezzi per allontanamento/aggottamento delle eventuali acque d'infiltrazione;
- la stesa di materiale isolante o di collegamento.

Resta inteso che l'ESECUTORE deve provvedere al ripristino di eventuali cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

L'ESECUTORE deve accertarsi che lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme avvenga con tutti gli accorgimenti atti a evitarne la segregazione. L'altezza massima di caduta libera del calcestruzzo fresco, misurata dall'uscita dello scivolo o della bocca del tubo convogliatore, è pari a 100 cm.

Il calcestruzzo deve essere posto in opera e vibrato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee, perfettamente regolari, senza vespai o nidi di ghiaia ed esenti da macchie o chiazze.

Se non sia altrimenti stabilito in progetto, il calcestruzzo deve essere vibrato con un numero di vibratori a immersione o a parete determinato, prima di ciascuna operazione di getto, in relazione alla classe di consistenza del calcestruzzo, alle caratteristiche dei vibratori e alla dimensione del getto stesso; la durata della vibrazione è determinata dal tempo intercorso dall'immersione totale del vibratore fino all'affioramento in superficie della boiaccia. Per omogeneizzare la massa durante il costipamento di uno strato i vibratori a immersione devono penetrare per almeno 5 cm nello strato inferiore.

Deve essere garantita la continuità del funzionamento delle attrezzature, anche mediante apparecchiature di riserva allo scopo di evitare rallentamenti e/o interruzioni delle operazioni di costipamento.

Per getti in pendenza devono essere predisposti dei cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di calcestruzzo troppo sottili per essere vibrare efficacemente.

La posa in opera deve essere eseguita mediante tubi-getto di ferro costituiti da segmenti di diametro fino a 25-30 cm e lunghezza fino a 3 m, aventi nella parte superiore una tramoggia a imbuto per il calcestruzzo. La bocca inferiore del tubo così realizzato deve restare costantemente sotto il livello del calcestruzzo già gettato, in modo da favorirne la risalita. Per i getti di pali e micropali e per quelli di paratie di pali e diaframmi si rimanda alle prescrizioni indicate nelle apposite sezioni del presente Capitolato.

L'ESECUTORE, nel caso di riprese di getto, previste da progetto o concordate con la DIREZIONE LAVORI, al fine di assicurare un'adeguata continuità sia tra elementi strutturali contigui che tra parti di uno stesso elemento strutturale realizzate in tempi differenti, deve rispettare le prescrizioni di seguito riportate.

#### ***4.13.4.3 Getto di calcestruzzo fresco su calcestruzzo fresco***

L'ESECUTORE deve accertare in fase di qualifica che le caratteristiche della miscela possiedano requisiti tali da rendere compatibili i due getti, tenendo presente il tempo necessario per il ricoprimento del primo getto, il mantenimento della lavorabilità nel tempo, il tempo di presa del calcestruzzo già gettato. All'atto del getto dello strato successivo, la consistenza dello strato di primo getto deve essere almeno tale da permettere la penetrazione della vibrazione per uno spessore di qualche centimetro.

Per ottenere questi risultati l'ESECUTORE deve fare uso di additivi ritardanti, in modo da garantire tempi massimi per le interruzioni senza compromettere le caratteristiche di monolicità.

#### **4.13.4.4 Getto di calcestruzzo fresco su calcestruzzo indurito**

L'ESECUTORE deve predisporre una superficie di ripresa, realizzando una scarifica meccanica del calcestruzzo indurito, procedendo, prima del nuovo getto, al lavaggio della superficie di ripresa con acqua in pressione in modo da eliminare la malta e lasciare esposto l'aggregato grosso.

L'eventuale utilizzo di prodotti filmogeni antievaporanti deve rispondere alla norma UNI 8656. L'ESECUTORE deve sottoporre all'approvazione della DIREZIONE LAVORI la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione, deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (ad esempio con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette); viceversa, prima di eseguire il successivo getto, si deve ravvivare la superficie.

Per strutture sotto falda e, comunque, ogni volta che sia prescritto dal progetto e/o richiesto dal DIREZIONE LAVORI, dopo aver reso scabra la superficie di ripresa, l'ESECUTORE deve posare una malta o un betoncino di collegamento con caratteristiche, preliminarmente verificate e approvate dalla DIREZIONE LAVORI in qualifica, di tenuta all'acqua e di ritiro compensato e realizzare il nuovo getto sulla malta ancora fresca.

L'ESECUTORE deve verificare che tra le successive riprese di getto non vi siano distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore; in caso contrario deve applicare adeguati trattamenti superficiali concordati con la DIREZIONE LAVORI.

#### **4.13.4.5 Getti in clima freddo**

Conformemente a quanto indicato in precedenza l'ESECUTORE deve verificare che la temperatura del calcestruzzo fresco al momento della consegna non sia minore di 5 °C. In condizioni di temperatura ambientale inferiore il getto può essere eseguito dietro il rispetto delle seguenti prescrizioni:

nel caso in cui la temperatura dell'aria sia compresa fra 0° C e 5° C, la produzione e la posa in opera del conglomerato cementizio devono essere sospese, a meno che non sia garantita una temperatura dell'impasto durante la fase di getto non inferiore a 10°C; l'ESECUTORE può ottenere il rispetto di tale limite di temperatura anche mediante un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti e/o dell'acqua d'impasto all'impianto di betonaggio, con l'avvertenza che la temperatura raggiunta dall'impasto non sia superiore a 25° C.

- per temperature comprese fra -4° C e 0° C l'ESECUTORE può eseguire esclusivamente getti relativi a fondazioni, pali e diaframmi, ferme restando le condizioni dell'impasto di cui al punto precedente.
- salvo specifiche prescrizioni di progetto, da sottoporre comunque a preventiva approvazione della DIREZIONE LAVORI, non si deve procedere all'esecuzione di getti quando la temperatura dell'aria esterna è inferiore a -4° C.

L'ESECUTORE deve inoltre adottare le seguenti ulteriori precauzioni:

- eseguire opportune protezioni dei getti, concordate preventivamente con il DIREZIONE LAVORI, per permettere l'avvio della presa ed evitare la dispersione del calore di idratazione;
- eseguire una valutazione del tempo necessario al mantenimento delle cassaforme in relazione all'effettivo valore di temperatura ambientale;
- scegliere, per il getto, le ore più calde della giornata;

- in caso di presenza di neve e/o ghiaccio, prima del getto si deve accertarne l'avvenuta rimozione dai casseri, dalle armature e dal sottofondo.

#### **4.13.4.6 Getti in clima caldo**

Conformemente a quanto indicato al punto 6.5.4.7, l'ESECUTORE deve verificare che la temperatura dell'impasto fresco, misurata all'arrivo in cantiere, non deve eccedere i 30°C; tale limite può essere superato qualora all'atto della qualifica della miscela sia stata prevista l'idoneità anche per temperature dell'ambiente superiori, mediante l'utilizzo di appositi additivi - come indicato al punto 6.5.8.2 - al fine di garantire il mantenimento dei tempi di presa e della classe di consistenza di progetto.

La temperatura delle casseforme metalliche, se maggiore di 30°C, deve essere ricondotta a tale valore con tolleranza di 5°C mediante preventivi getti esterni di acqua fredda.

Per realizzare una miscela di calcestruzzo entro i limiti di temperatura sopra indicati l'ESECUTORE deve procedere al raffreddamento degli aggregati stoccati con getti di acqua fredda di cui si deve evitare il ristagno, prevedendo un adeguato drenaggio, già in fase di qualifica, tenendo conto nel dosaggio della miscela dell'eventuale assorbimento di acqua negli aggregati.

L'ESECUTORE per i getti in clima caldo, asciutto e ventilato deve:

- eseguire i getti al mattino, alla sera o di notte;
- impiegare cementi a basso calore d'idratazione;
- impiegare additivi superfluidificanti per il mantenimento della lavorabilità;
- a fine getto mantenere bagnate le superfici del calcestruzzo per almeno due giorni.

#### **4.13.4.7 Controllo termico del calcestruzzo**

Conformemente a quanto indicato, l'ESECUTORE deve eseguire il controllo termico dei getti in corso d'opera secondo le modalità di seguito indicate.

##### Calcestruzzi di tipo C1

L'ESECUTORE deve predisporre idonea strumentazione (termocoppie) al fine di:

- verificare che, sul primo manufatto/parte d'opera/getto realizzato con miscela omogenea, risulti:  $\Delta T1_{max} < 40^{\circ}C$  (differenza tra la temperatura del calcestruzzo fresco al momento del getto e la temperatura massima di picco, misurata nel nucleo della struttura considerata);
- definire, per ogni condizione di temperatura ambiente, i tempi di cassetatura in modo che risulti:  $\Delta T2_{max} < 20^{\circ}C$  (differenza tra la massima temperatura registrata con la sonda posizionata all'estradosso della gabbia di armatura o, in assenza di armatura, a 3 cm dal cassero e la temperatura ambiente).

##### Calcestruzzi di tipo C2

L'ESECUTORE deve predisporre idonea strumentazione (termocoppie) al fine di:

- verificare che, sul primo manufatto/parte d'opera/getto realizzato con miscela omogenea, risulti:  $\Delta T1_{max} < 50^{\circ}C$  (differenza tra la temperatura del calcestruzzo fresco al momento del getto e la temperatura massima di picco, misurata nel nucleo della struttura considerata);

- definire, per ogni condizione di temperatura ambiente, modalità e tempi di cassetatura in modo che, fino alla rimozione dei casseri, siano verificate entrambe le seguenti condizioni:  $\Delta T_{2max} < 20^{\circ}C$  (differenza tra la massima temperatura registrata con la sonda posizionata all'estradosso della gabbia di armatura o, in assenza di armatura, a 3 cm dal cassero e la temperatura ambiente) e  $\Delta T_{3max} \leq 20^{\circ}C$  (differenza tra la temperatura del nucleo e la massima temperatura all'estradosso della gabbia di armatura o, in assenza di armatura, a 3 cm dal cassero).

Qualora si rendesse necessario, in mancanza di specifiche indicazioni progettuali, l'ESECUTORE deve sottoporre ad approvazione della DIREZIONE LAVORI particolari accorgimenti da adottare per il rispetto delle suddette condizioni di temperatura (es. serpentine di raffreddamento o altro sistema).

#### Calcestruzzi di tipo F1 ed F2

L'ESECUTORE deve predisporre idonea strumentazione (termocoppie) al fine di verificare che sul primo manufatto/parte d'opera/getto realizzato con miscela omogenea, risulti:  $\Delta T_{1max} < 40^{\circ}C$  (differenza tra la temperatura del calcestruzzo fresco e la temperatura massima di picco, misurata nel nucleo della struttura considerata).

#### Calcestruzzi di tipo F3

L'ESECUTORE deve predisporre idonea strumentazione (termocoppie) al fine di:

- verificare che sul primo manufatto/parte d'opera/getto realizzato con miscela omogenea, risulti:  $\Delta T_{1max} < 35^{\circ}C$  (differenza tra la temperatura del calcestruzzo fresco al momento del getto e la temperatura massima di picco, misurata nel nucleo della struttura considerata);
- definire, per ogni condizione di temperatura ambiente, modalità e tempi di cassetatura in modo che, fino alla rimozione dei casseri, siano verificate entrambe le seguenti condizioni:  $\Delta T_{2max} < 20^{\circ}C$  (differenza tra la massima temperatura registrata con la sonda posizionata all'estradosso della gabbia di armatura o, in assenza di armatura, a 3 cm dal cassero e la temperatura ambiente) e  $\Delta T_{3max} \leq 20^{\circ}C$  (differenza tra la temperatura del nucleo e la massima temperatura all'estradosso della gabbia di armatura o, in assenza di armatura, a 3 cm dal cassero).

Qualora si rendesse necessario, in mancanza di specifiche indicazioni progettuali, l'ESECUTORE deve sottoporre ad approvazione della DIREZIONE LAVORI particolari accorgimenti per il rispetto delle suddette condizioni di temperatura (es. serpentine di raffreddamento o altro sistema).

#### **4.13.5 Stagionatura del calcestruzzo**

L'ESECUTORE deve verificare che i metodi e la durata della stagionatura siano conformi a quanto stabilito dal progetto approvato, in modo da garantire:

- la prescritta resistenza;
- l'assenza di fessure o cavillature in conseguenza del ritiro per rapida essiccazione delle superfici di getto o per sviluppo di elevati gradienti termici all'interno della struttura.

L'ESECUTORE deve quindi prevedere per il periodo di stagionatura adeguati sistemi di protezione al fine di garantire al calcestruzzo il raggiungimento delle migliori caratteristiche sia al suo interno che in superficie.

Le protezioni messe in atto dall'ESECUTORE hanno lo scopo di impedire o quantomeno ridurre sensibilmente:

- l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, evitando la minore idratazione del cemento che, in corrispondenza della zona del copriferro, è fonte di potenziale permeabilità di sostanze esterne;
- il rischio di fessurazione per effetto del ritiro igrometrico che comporta un'accelerata carbonatazione dello strato di copriferro cui può corrispondere un rischio di corrosione delle armature e comunque una minore resistenza meccanica locale;
- nel caso di basse temperature il congelamento dell'acqua d'impasto e il rapido raffreddamento del getto, dovuti alla differenza di temperatura tra il manufatto e l'ambiente e quindi possibili cause di generazione di stati fessurativi.

La durata di una corretta stagionatura può essere ricondotta allo sviluppo della resistenza del calcestruzzo. A questo riguardo l'ESECUTORE può fare riferimento alla tabella 16 della norma UNI EN 206 in cui è indicata una classificazione in funzione del rapporto tra la resistenza media a compressione a 2 gg e quella a 28 gg, da intendersi determinati sulla base dei risultati di qualifica della miscela. A questo riguardo, sulla base dei medesimi dati di qualifica, l'ESECUTORE determinerà un tempo minimo per le operazioni di scasso (esulante dalle comunque prioritarie considerazioni di natura statica), analizzando, tra gli altri parametri, la curva di sviluppo della resistenza in funzione del tempo.

I metodi di stagionatura previsti dall'ESECUTORE devono essere preventivamente sottoposti all'esame della DIREZIONE LAVORI che può richiedere apposite verifiche sperimentali.

Nel caso si prevedano nelle 24 ore successive al getto temperature dell'aria minori di 5°C o maggiori di 35°C l'ESECUTORE deve utilizzare esclusivamente casseri in legno o coibentati sull'intera superficie del getto ed eventualmente teli isolanti.

I materiali coibenti di cui l'ESECUTORE può fare utilizzo sono:

- fogli di polistirolo o poliuretano espanso, tagliati e fissati ai casseri;
- fogli di lana di roccia ricoperti da fodere di polietilene;
- fogli di schiuma vinilica;
- schiume poliuretatiche spruzzate sull'esterno della cassaforma.

Per un più efficace utilizzo, tali materiali devono essere sempre protetti dall'umidità con teloni impermeabili.

Si deve provvedere al mantenimento del corretto grado di umidità delle superfici per almeno le prime 48 ore dopo il getto, mediante utilizzo di prodotti filmogeni di cui al punto relativo applicati a spruzzo, ovvero mediante continua bagnatura con serie di spruzzatori d'acqua o con altri idonei sistemi.

Per la verifica della corretta e migliore stagionatura la DIREZIONE LAVORI potrà richiedere all'ESECUTORE l'utilizzo di apposite termocoppie in grado di rilevare la temperatura del calcestruzzo in prestabilite differenti parti della struttura (nucleo, periferia, copriferro interno), secondo le indicazioni del precedente punto di riferimento.

L'ESECUTORE durante il periodo di stagionatura deve evitare che i getti subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

#### ***4.13.6 Operazioni di disarmo***

L'ESECUTORE può procedere alla rimozione delle casseforme quando siano stati raggiunti i tempi di maturazione preventivamente determinati in funzione della minima resistenza ottenuta per la struttura e dal sufficiente grado d'idratazione raggiunto dal calcestruzzo, o secondo quanto indicato nel progetto approvato.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette, che dovessero sporgere dai getti, devono essere tagliati almeno 1 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

#### ***4.13.7 Caratteristiche superficiali dei getti***

Per le superfici a faccia-vista, affinché il colore superficiale del calcestruzzo risulti il più possibile uniforme, l'ESECUTORE deve verificare e garantire che il cemento utilizzato in ciascuna opera provenga dallo stesso cementificio e sia dello stesso tipo e classe, che la sabbia provenga dalla stessa cava e abbia granulometria e composizione costante nel tempo.

Analogamente l'ESECUTORE deve garantire per le singole parti un medesimo trattamento di stagionatura, curando che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lento e uniforme e il calcestruzzo risulti privo di efflorescenze; qualora queste ultime apparissero, sarà onere dell'ESECUTORE procedere alla tempestiva eliminazione mediante spazzolatura.

L'ESECUTORE deve evitare l'insorgenza di macchie di ruggine sulle superfici finite di calcestruzzo causabili dalla presenza temporanea dei ferri di ripresa scoperti e a diretto contatto con l'acqua piovana.

Nessun ripristino può essere eseguito dopo il disarmo del calcestruzzo senza il preventivo benestare della DIREZIONE LAVORI, che deve autorizzare i materiali e la metodologia d'intervento proposti dall'ESECUTORE sulla base della causa e della tipologia del difetto. A questo riguardo l'ESECUTORE deve rispettare le indicazioni contenute nelle norme UNI EN 1504.

## 5. Sezione 5 – Opere in acciaio

### 5.1 Classi di esecuzione

Ai sensi della norma UNI EN 1090-2 del 2011, che individua quattro classi di esecuzione identificate da EXC1 a EXC4 e i relativi requisiti, le opere da realizzare per gli impalcati da ponte per i due sovrappassi, salvo diverse indicazioni del DIREZIONE LAVORI, sono classificate come EXC4.

### 5.2 Requisiti e obblighi dell'esecutore

#### 5.2.1 Requisiti

E' necessario che l'ESECUTORE sia iscritto all'Albo Nazionale dei Costruttori - categoria OS 18: «Costruzione, assemblaggio e posa in opera di carpenteria metallica» e sia dotato di un'organizzazione interna che permetta una adeguata gestione di tutte le attività di costruzione e di saldatura in officina e/o in cantiere concorrenti alla realizzazione dell'opera.

A tal fine l'ESECUTORE dovrà essere certificato in accordo alla UNI EN ISO 9001 e alla UNI EN ISO 3834 del 2006, in relazione alla classe di esecuzione di cui al punto precedente.

E' inoltre richiesto che il livello di conoscenza tecnica del personale di Coordinamento della saldatura, secondo la norma UNI EN ISO 14731-2007 (ex UNI EN 719-1996), sia di tipo "completo" per la classe di esecuzione EXC4.

#### 5.2.2 Obblighi

L'ESECUTORE dovrà, nel più breve tempo possibile e prima dell'inizio delle attività di costruzione, presentare alla DIREZIONE LAVORI:

- i disegni d'officina in duplice copia (di cui una su supporto informatico);
- le distinte dei vari elementi costituenti la struttura metallica (comprese le vernici), corredate delle copie degli ordini e delle relative conferme d'ordine da parte delle singole ferriere o stabilimenti produttori.

Le distinte dovranno riportare:

- l'indicazione della qualità del materiale;
- le dimensioni;
- il numero dei pezzi;
- il peso;
- il numero del disegno di progetto a cui si riferisce, nonché il numero di posizione e marca d'officina, risultante dai disegni costruttivi d'officina.

Resta, altresì, inteso che l'eventuale errata ordinazione dei materiali alle ferriere o stabilimenti produttori non esonera l'ESECUTORE dalle conseguenze derivanti.

Infine, le eventuali varianti relative alla qualità dei materiali, ai profili e ai particolari strutturali che l'ESECUTORE intendesse apportare rispetto alle indicazioni contenute nei disegni approvati, dovranno essere preventivamente richieste e approvate dalla DIREZIONE LAVORI.

Fatto salvo quanto disposto al par. 4.2 della UNI EN 1090-2 in merito alla documentazione che

L'ESECUTORE deve presentare, lo stesso dovrà inoltre provvedere alla stesura del Piano della Qualità e di un Piano di Controllo della Qualità. La documentazione suddetta dovrà essere presentata per l'approvazione alla DIREZIONE LAVORI che si riserva la facoltà di modificarla qualora non conforme alle proprie prescrizioni. Per quanto attiene gli obblighi connessi alla presentazione della documentazione inerente le saldature, si rimanda al relativo paragrafo.

Al fine di verificare la rispondenza dei materiali e delle successive lavorazioni alle specifiche e agli standard prefissati, l'ESECUTORE deve eseguire o far eseguire a proprie spese tutte le prove e i controlli di legge, quelli previsti dalle presenti prescrizioni, nonché quelli integrativi richiesti dalla DIREZIONE LAVORI in base a motivate esigenze tecniche, ovvero dal Collaudatore statico e/o dalla Commissione di Collaudo. Le prove sui materiali debbono essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale o Autorizzato di cui all'art. 59 del DPR n.380/2001 alla presenza del personale della DIREZIONE LAVORI.

L'ESECUTORE deve inoltre fornire la manodopera e le attrezzature necessarie per permettere al personale incaricato dalla DIREZIONE LAVORI di eseguire controlli relativi a tutte le lavorazioni in officina nonché predisporre le eventuali opere provvisorie e ponteggi necessari per effettuare i controlli di premontaggio dell'opera in officina e/o in cantiere.

Tutti gli oneri diretti e indiretti derivanti dall'applicazione delle presenti prescrizioni sono compresi e compensati dai prezzi contrattuali.

Le lamiere accettate potranno essere inviate al taglio solo dopo che sui singoli pezzi da ricavare, già tracciati sulle stesse a cura dell'ESECUTORE, sarà stato apposto il punzone del personale della DIREZIONE LAVORI.

A tale scopo dovranno essere presentati gli schemi di taglio con l'indicazione grafica, in opportuna scala, delle strisce e delle piastre che verranno ricavate da ciascuna lamiera, il numero, le dimensioni dei pezzi e le relative marche di officina.

Le convocazioni per il controllo dei materiali grezzi approntati sia presso le ferriere che presso lo stabilimento dell'ESECUTORE dovranno essere trasmesse alla DIREZIONE LAVORI, con un anticipo di almeno 15 (quindici) giorni, in modo che le stesse siano messe in grado di programmare gli interventi.

Per i controlli effettuati all'estero le spese di trasferta del personale incaricato (viaggio, soggiorno ecc.) saranno a carico dell'ESECUTORE il quale dovrà presenziare con il proprio personale.

Al termine dell'attività di controllo, sia sui materiali che sulle lavorazioni, l'ESECUTORE è tenuto a trasmettere alla DIREZIONE LAVORI un dossier contenente la certificazione prodotta.

### **5.3 Qualità dei materiali da impiegare**

#### **5.3.1 Profilati e lamiere**

E' consentito ricavare larghi-piatti, piastre, etc. di spessore superiore a 6 mm, solamente da lamiere da treno, restando quindi escluse quelle ottenute da nastri o rotoli.

#### **5.3.2 Strutture per ponti in classe EXC4**

Per la realizzazione delle strutture principali quali ad esempio travi principali, conci, montanti, traversi, controventi, coprigiunti, piastre e squadrette di nodo, ecc. l'acciaio, recante

marcatura CE e DOP (dichiarazione di prestazione secondo Regolamento EU n.305/11), dovrà corrispondere alle seguenti qualità:

- S275 J0/ J2                                      UNI EN 10025 – 1 e 2
- S355 J0/ J2/ K2                                    UNI EN 10025 – 1 e 2
- S355 N    UNI EN 10025 – 1 e 3
- S355 NL    UNI EN 10025 – 1 e 3
- S355 J0W/ J2W / K2W                            UNI EN 10025 – 1 e 5

Relativamente ai documenti di controllo che debbono accompagnare le forniture, si precisa che per la suddetta classe di esecuzione è richiesto in ogni caso un certificato di tipo 3.1 secondo EN 10204.

La scelta del grado di qualità, in assenza di dati più precisi, sarà operata secondo le indicazioni della seguente tabella nella quale per  $T_m$  si intende la Temperatura minima di servizio (°C) per la cui definizione si rimanda alle norme nazionali:

<b>Temperatura cui eseguire le prove di resilienza Charpy V</b>		
Spessore dell'acciaio (mm)	Elementi importanti che compongono la struttura e in ogni caso tutti gli elementi sollecitati a fatica	Elementi secondari non sollecitati a fatica
$s \leq 25$	$T = T_m$	$T = T_m + 20^\circ \text{C}$
$25 < s \leq 40$	$T = T_m - 10^\circ \text{C}$	$T = T_m + 10^\circ \text{C}$
$s > 40$	$T = T_m - 20^\circ \text{C}$	$T = T_m$

**Table 1.**

Tutti i materiali delle strutture principali destinati ad essere saldati devono essere, in ogni caso, almeno di grado J2 e/o K2 e di regola dovranno essere normalizzati.

La calmata dovrà di regola essere effettuata all'alluminio. Qualora sia effettuata con altri elementi (Nb, Ti, Va, etc.) in grado di fissare l'ossigeno, tali elementi dovranno essere indicati nel certificato di controllo.

Per tutti gli acciai sopra riportati, il valore del  $C_{eq}$  (Carbonio Equivalente) risultante dall'analisi chimica eseguita sul prodotto non dovrà essere maggiore di 0,02 rispetto al valore percentuale indicato per la colata nel certificato di controllo. Per gli altri elementi gli scostamenti ammessi sono quelli indicati nelle norme vigenti.

Sui certificati di controllo deve figurare il tenore degli elementi che figurano nella formula per il calcolo del valore equivalente di carbonio.

Sulle lamiere di spessore  $> 15$  mm interessate da saldatura e quando esplicitamente richiesto dalla DIREZIONE LAVORI per un particolare progetto, si dovrà eseguire il controllo ultrasonoro con le modalità della classe S2 + E3 ai sensi della norma UNI EN 10160.

Sulle lamiere di spessore  $\geq 25$  mm destinate alla composizione di profili composti mediante saldatura con cordoni a parziale e/o a piena penetrazione (escluse quelle composte con saldatura testa a testa), e/o soggette a sforzi nel senso trasversale alla direzione di laminazione (es. giunti a croce), dovrà essere eseguito il controllo della duttilità con prova di trazione

perpendicolare alla superficie del prodotto secondo UNI EN 10164:2004, classe di qualità Z35.

Per elementi strutturali non destinati ad essere saldati valgono le indicazioni della norma UNI EN 10025 – 2 per l'acciaio S275 e S355. E' ammessa in questo caso la calmatatura al Silicio.

Per le strutture secondarie e quant'altro non facente parte della struttura principale e ammesso l'impiego di materiale S275 JR e 355 JR UNI EN 10025 – 1 e 2.

Per quanto riguarda le condizioni superficiali e le caratteristiche dimensionali, il materiale dovrà rispettare le limitazioni riportate nella tabella seguente:

CLASSE DI ESECUZIONE	EXC4
SPESSORE LAMIERE (UNI EN 10029)	Classe B
PLANARITA' LAMIERE (UNI EN 10029)	Classe S
FINITURA SUPERFICIALE LAMIERE (UNI EN 10163-2)	Classe B/3
FINITURA SUPERFICIALI PRODOTTI LUNGHI (UNI EN 10163-3)	Classe D/3

**Table 2.**

Oltre alle caratteristiche sopra descritte, per le strutture principali dei ponti ferroviari quali ad esempio travi principali, diagonali, travi trasversali, ecc., l'acciaio dovrà corrispondere alle qualità riportate nella medesima classe EXC4 con le seguenti prescrizioni:

- Per materiali di spessore superiore o uguali a 50 mm, la temperatura cui eseguire le prove di resilienza è di  $-50\text{ C}^\circ$ . In tal caso le provette dovranno essere ricavate sia in corrispondenza della superficie di laminazione che a metà spessore. Il valore delta di apertura all'apice della cricca, da garantire alla temperatura minima di servizio, è pari a 0,2 mm.
- Per gli elementi interessati da saldatura sono previsti i seguenti limiti del  $C_{eq}$  (valore equivalente di carbonio) rilevato secondo l'espressione  $C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$  dall'analisi chimica di colata del certificato di controllo:

	per $t \leq 40\text{ mm}$	per $t > 40\text{ mm}$ e per profili laminati
Acciaio 275	$C_{eq} \leq 0.38\%$	$C_{eq} \leq 0.40\%$
Acciaio 355	$C_{eq} \leq 0.43\%$	$C_{eq} \leq 0.45\%$
Acciaio 355 W	$C_{eq} \leq 0.49\%$	$C_{eq} \leq 0.50\%$

**Table 3.**

Su tutti i materiali interessati dalla saldatura i contenuti di zolfo e silicio dovranno rispettare anche le seguenti limitazioni:

- $S < 0,012\%$  per lamiere di qualsiasi spessore

- Si < 0,35% per materiale in acciaio S275
- Si < 0,40% per tutti gli altri materiali .

### 5.3.3 Bulloni

Per le prescrizioni sui bulloni delle giunzioni di opere in classe di esecuzione EXC2 e delle giunzioni di elementi secondari di opere in classe di esecuzione EXC4 si rimanda a quanto indicato nel DM14.01.2008. Per le restanti giunzioni, valgono le prescrizioni riportate di seguito.

I bulloni dovranno essere unicamente del tipo “ad alta resistenza” ai sensi delle seguenti norme:

- viti secondo EN 14399-4
- dadi secondo EN 14399-4
- rondelle (rosette) secondo EN 14399-6
- piastrine secondo UNI 5715 -5716

La classe del bullone sarà selezionata in funzione del tipo di giunto da realizzare, ed in particolare:

#### per giunti con bulloni a taglio:

- Viti di classe 8.8 UNI EN ISO 898 - 1
- Viti di classe 10.9 UNI EN ISO 898 – 1
- Dadi di classe 8 UNI EN ISO 898 – 2
- Dadi di classe 10 UNI EN ISO 898 – 2

#### per giunti con bulloni ad attrito:

- Viti di classe 10.9 UNI EN ISO 898 - 1
- Dadi di classe 10 UNI EN ISO 898 – 2

Nel caso vengano utilizzati per i giunti a taglio bulloni della classe 10.9 gli stessi dovranno essere dimensionati come appartenenti alla classe 8.8.

Le tolleranze sulle dimensioni dei bulloni non dovranno essere superiori a quelle previste per la bulloneria di grado A UNI EN ISO 4759 parte 1 (h13, ovvero h11 se richiesto espressamente all'ordine, per diametro di gambo libero).

Per quanto riguarda le caratteristiche chimiche e meccaniche, si rimanda alle norme EN 14399-4 e 6, EN15048-1 e 2, EN ISO 898-1 e 2.

In entrambe le tipologie di giunzione, rondelle e piastrine saranno in acciaio temprato e rinvenuto di durezza 300 – 370 HV.

#### Presentazione ed imballaggio

- Viti, dadi e rondelle dovranno essere opportunamente contrassegnati come di seguito indicato:
- Indicazione del PRODUTTORE (marchio);
- Classe di resistenza;
- Sistema di assieme (HR e HV);

- Codice alfanumerico di identificazione che dovrà garantire la rintracciabilità del prodotto sulla base delle registrazioni di produzione e controllo.

Il contrassegno potrà essere eseguito per le viti sulla testa all'atto della ricalcatura, mentre per i dadi e le rondelle deve essere inciso su una delle facce di appoggio.

Tutta la bulloneria deve essere fornita in robusti contenitori di legno o metallo (sono da escludere contenitori di cartone) sigillati nelle modalità indicate dalla norma EN 14399-1 e protetti fino al loro impiego per non alterare le condizioni di lubrificazione che potrebbero modificare il valore del coefficiente K.

Su ogni contenitore deve essere apposto un cartellino sul quale dovranno essere riportati:

- Marcatura CE;
- Numero di identificazione dell'organismo di certificazione;
- La denominazione del fornitore;
- Normativa di riferimento;
- La classe di resistenza;
- Il sistema di assieme;
- K-class nonché il valore in Nm della coppia di serraggio ovvero coppia + rotazione;
- Il numero distintivo del lotto di appartenenza;
- Il numero dei pezzi contenuti e le loro dimensioni;
- Gli estremi dell'ordinazione.

Nell'ambito della stessa opera i valori di K (K1 o K2) dovranno essere tali che la coppia o la coppia più rotazione sia la stessa per ciascun diametro. Questo per evidenti necessità di montaggio e manutenzione.

Prima del ciclo di verniciatura le parti esterne dei bulloni dovranno essere spazzolati e sgrassati con opportuni solventi compatibili con il tipo di acciaio utilizzato e con il tipo di pittura che dovrà impiegarsi.

#### **5.3.4 Connettori**

Dovranno utilizzarsi solamente prodotti provvisti di marcatura CE e delle tipologie di seguito descritte.

##### Connettori a piolo

L'acciaio deve essere idoneo al processo di formazione dei connettori e compatibile per saldatura con il materiale costituente l'elemento strutturale al quale verranno collegati; esso dovrà avere le seguenti caratteristiche meccaniche risultanti sul prodotto secondo EN ISO 13918 – UNI EN 10025 qualità S235 J2 G3 + C 450 o similari (ST 37 – 3K DIN 50049):

- $f_u/f_y \geq 1,2$
- $f_y \geq 350 \text{ N/mm}^2$
- $f_u \geq 450 \text{ N/mm}^2$
- Allungamento:  $\geq 12\%$
- Strizione:  $\geq 50\%$

- Composizione chimica  $C \leq 0.18$ ,  $Mn \leq 0.9$ ,  $S \leq 0.04$ ,  $P \leq 0.05$ .

#### Connettori realizzati da profili, lamiere ecc.

L'Acciaio deve essere equivalente a quello impiegato per la realizzazione dell'elemento strutturale a cui i connettori stessi sono saldati.

### 5.4 Prove di accettazione dei materiali

Su tutti i materiali da impiegare l'ESECUTORE dovrà effettuare, a sua cura e spesa, presso Laboratori Ufficiali o autorizzati, di cui all'art. 59 del DPR 380/2001, le prove di seguito specificate. Le prove saranno eseguite alla presenza di un rappresentante del DIREZIONE LAVORI.

#### 5.4.1 Profilati e lamiere

Saranno effettuate prove meccaniche e chimiche su tre campioni per unità di controllo secondo lo schema seguente:

CLASSE DI ESPOSIZIONE	UNITA' DI CONTROLLO
EXC4	Ogni 40 tonnellate o frazione

Table 4

Ai fini della definizione dell'unità di controllo si precisa quanto segue:

- per appartenere alla stessa unità di controllo il materiale deve essere della stessa colata e aver subito lo stesso ciclo di lavorazione e lo stesso trattamento termico.
- ogni unità di controllo può raggruppare solamente materiali aventi spessore che non differiscano fra loro più di 4 mm (per profilati a C, a T e a doppio T si fa riferimento allo spessore delle ali)

Se il numero degli elementi (travi, profili, lamiere ecc.) è minore o uguale a tre unità, si potrà prelevare un solo campione.

Nel caso di lamiere ricavate dalla stessa unità laminata, è consentito il prelievo di un unico campione anche se il numero degli elementi è maggiore di tre.

Su ciascun campione verranno ricavati i seguenti provini:

- n. 1 provino per la prova di trazione;
- n. 3 provini per la prova di resilienza;
- n. 3 provini per la strizione (ove specificato).

Inoltre su uno solo dei tre campioni prelevati verrà eseguita l'analisi chimica.

Su tutti i materiali impiegati dovrà inoltre eseguirsi il controllo delle condizioni superficiali e delle caratteristiche dimensionali nel rispetto delle UNI EN di riferimento, verificando altresì per ciascuna classe di esecuzione le caratteristiche di fornitura indicate nelle tabelle precedenti.

Tale controllo, da effettuare anch'esso alla presenza di un rappresentante del DIREZIONE LAVORI, può essere eseguito, oltre che presso l'officina dell'ESECUTORE, anche presso il PRODUTTORE, sempre che siano disponibili aree e mezzi adeguati.

### **5.4.2 Bulloni**

Per le opere appartenenti alla classe di esecuzione EXC4 si dovranno eseguire, per ciascuna colata, le prove di seguito specificate su due serie di campioni prelevati dal lotto di bulloni approvvigionati.

Per i lotti di bulloni, della stessa colata, di quantità inferiori a 100 pezzi, il DIREZIONE LAVORI si riserva la facoltà di accettare il certificato 3.1 secondo EN 10204, richiedendo a propria discrezione solamente prove di durezza.

Le prove, da eseguirsi ai sensi delle norme UNI richiamate, sono le seguenti:

#### Viti:

- prova di trazione su provetta (quando la lunghezza lo consente)
- prova di trazione su appoggio a cuneo
- prova di durezza
- prova di tenacità della testa
- prova di resilienza
- controllo della decarburazione
- prova di secondo rinvenimento
- analisi chimica
- controllo dimensionale ed esterno
- controllo coefficiente k

#### Dadi:

- prova di durezza
- carico di prova
- prova di allargamento
- analisi chimica.
- esame dei difetti superficiali

#### Rondelle:

- prova di durezza

Qualora l'esito dei controlli non fosse positivo, i contenitori dei bulloni scartati dovranno essere opportunamente contrassegnati e tenuti a disposizione del DIREZIONE LAVORI fino al termine dei lavori, salvo autorizzazione in contrario, da richiedere specificatamente per iscritto.

Le unità di prodotto trovate difettose al montaggio, o nei successivi controlli, benché facenti parte di un lotto accettato, dovranno essere completamente sostituite.

### **5.4.3 Connettori**

Per ciascuna colata dovranno eseguirsi, su campioni prelevati dal lotto di connettori approvvigionati, tre prove di trazione e un'analisi chimica facendo riferimento ai valori e alle norme riportati nel paragrafo 5.3.4.

## **5.5 Lavorazioni d'officina e prescrizioni**

### **5.5.1 Generalità**

Gli elementi della struttura debbono essere prodotti rispettando le indicazioni progettuali e le tolleranze nel seguito indicate.

Le attrezzature impiegate nel processo di produzione debbono essere mantenute efficienti e operative al fine di garantire che l'usura e il danneggiamento non pregiudichi la qualità del processo di produzione.

### **5.5.2 Tagli**

Per il taglio degli elementi potranno essere impiegati i seguenti procedimenti:

- fiamma ossiacetilenica,
- plasma,
- laser,
- dispositivo meccanico (sega, etc...).

Per le strutture in classe di esecuzione EXC4 è vietato l'uso della cesoia.

Gli elementi principali (es. piattabande, anime, coprigiunti ecc.) dovranno essere ricavati in maniera tale che il senso di laminazione delle lamiere coincida con il senso dello sforzo predominante nei pezzi stessi.

La superficie dei tagli dovrà essere convenientemente rifinita mediante molatura in modo da eliminare difetti locali, sbavature e irregolarità. Si rimanda in proposito a quanto indicato nel prospetto 9 della EN 1090 facendo presente che per i materiali destinati ai ponti e viadotti.

Inoltre, per i bordi degli elementi sui quali è prevista la verniciatura, gli spigoli debbono essere arrotondati in conformità alla EN ISO 12944 – 3, che prevede un raggio di arrotondamento minimo maggiore di 2 mm.

Particolare cura dovrà essere posta nell'evitare aperture o tagli ad angolo vivo. Le aperture o tagli realizzati con una qualsiasi metodologia dovranno avere angoli ben raccordati; in alternativa e subordinatamente all'autorizzazione preventiva da parte della DIREZIONE LAVORI, i suddetti raccordi potranno essere sostituiti da fori eseguiti con trapano al vertice degli angoli.

### **5.5.3 Assemblaggio dei pezzi**

E' vietato l'uso di puntature per l'assemblaggio dei pezzi in officina e nella fase di premontaggio parziale o totale fatto salvo quando necessarie per l'assieme dei pezzi da saldare.

Nei pezzi da incurvare, l'incurvatura dovrà essere eseguita a caldo (rosso vivo) lasciando poi raffreddare i pezzi lentamente. Si precisa che è proibito continuare a incurvare un pezzo quando esso non abbia più colore rosso.

Nel caso di accoppiamento di piatti e larghi-piatti (ovvero le strisce ricavate da lamiere) per la formazione di strutture composte (come ad esempio le travi a T), essi dovranno essere rifiniti convenientemente con opportune lavorazioni in modo da rispettare le quote previste dai disegni e le tolleranze prescritte.

#### **5.5.4 Forature ed alesature**

Di regola, per accoppiamenti a taglio di precisione o ad attrito con tolleranze ridotte (laddove tale requisito è previsto da progetto), i fori dovranno realizzarsi a diametro convenientemente ridotto, almeno 2 mm, e successivamente alesati a diametro definitivo dopo che la struttura sarà stata completamente premontata con l'ausilio di idonei bulloni e spine di montaggio.

Per tutti gli altri accoppiamenti è possibile forare a diametro definitivo.

Per la classe di esecuzione EXC4 tutte le forature dovranno essere eseguite al trapano o carotatrice, restando escluso l'uso del punzone.

#### **5.5.5 Controllo dimensionale dei singoli pezzi**

La DIREZIONE LAVORI si riserva la facoltà di verificare che le dimensioni dei singoli pezzi siano corrispondenti a quelle di progetto, tenuto conto delle tolleranze riportate nell'allegato D della norma UNI EN 1090. Per le tolleranze dimensionali sui profili composti saldati si rimanda al relativo paragrafo.

### **5.6 Bullonature**

#### **5.6.1 Generalità**

Per le giunzioni di classe EXC4 valgono le prescrizioni riportate di seguito.

Le giunzioni bullonate sono da prevedersi mediante l'impiego dei seguenti procedimenti:

- bulloni a taglio con accoppiamento di precisione, con gioco foro-bullone, comprensivo delle rispettive tolleranze, non superiore a 0,3 mm per  $0 \leq \varnothing \leq 20$  mm e non superiore a 0,5 mm per  $\varnothing > 20$  mm.
- bulloni ad attrito, con coefficiente d'attrito pari a 0.3 (con superfici delle giunzioni sabbiate al metallo bianco e protette sino al serraggio dei bulloni) con gioco foro bullone non superiore a 1 mm per  $\varnothing \leq 20$  mm e non superiore a 1,5 mm per  $\varnothing > 20$  mm.

Nei bulloni a taglio, in considerazione delle tolleranze ristrette di accoppiamento, si dovranno scegliere opportunamente le tolleranze dimensionali sul diametro della vite.

Per quanto riguarda le giunzioni di elementi secondari ad esempio i parapetti, si prevedono giunti con bulloni a taglio di caratteristiche correnti, come riportato nel paragrafo 4.2.8.1.1 del D.M. 14.01.2008.

Su una stessa struttura potranno essere adottati bulloni di tipologie diverse, a taglio o ad attrito, purché gli stessi siano identificabili a vista ed inoltre siano chiaramente indicate nei disegni di progetto e d'officina le diverse lavorazioni imposte per i fori e le relative tolleranze massime.

I bulloni con asse verticale dovranno essere montati in opera con la testa verso l'alto e con una rosetta posta sotto la testa della vite (smusso verso testa) ed una rosetta posta sotto il dado (smusso verso il dado).

I dadi debbono essere assemblati in modo tale da rendere visibile la marcatura per il controllo dopo il montaggio.

Per la stessa parte d'opera, i valori di K e della coppia di serraggio dovranno essere univoci per ciascun diametro e per tipologia di accoppiamento (attrito o taglio).

Dovrà essere posizionata in punti facilmente accessibili, idonea tabella in inox contenente l'indicazione del coefficiente K e del valore della coppia di serraggio nonché l'eventuale dispositivo anti svitamento adottato. Nel caso dei ponti ferroviari la targhetta andrà posta in corrispondenza di una delle testate.

Sono ammessi bulloni con diametro 12 – 14 – 16 – 18 – 20 – 22 – 24 – 27 – 30 mm.

Non sono ammessi disassamenti dei fori che non consentano il passaggio del bullone previsto. In nessun caso sono ammesse ovalizzazioni dei fori ed in caso si dovrà procedere ad alesatura a diametro superiore con adeguata sostituzione dei bulloni interessati.

Per quanto riguarda l'ortogonalità tra asse del bullone e superficie bullonata, è consentito uno scostamento  $\leq 1^\circ$ .

### 5.6.2 Giunzioni con bulloni a taglio

La lunghezza delle viti dovrà essere calcolata in modo che non più di mezza spira ricada all'interno del pacchetto da serrare. Qualora resti compreso nel foro un tratto filettato se ne dovrà tenere adeguato conto nelle verifiche di resistenza.

Tutti i bulloni dovranno essere adeguatamente serrati ed in particolare:

- bulloni soggetti anche a carico assiale: serraggio al 100% del valore che garantisce i precarichi indicati nella tabella seguente;
- bulloni soggetti unicamente a taglio: è ammessa una riduzione del serraggio all'80% del valore che garantisce i precarichi riportati nella tabella seguente, purché si indichi nel contempo l'adeguato provvedimento contro l'auto svitamento del bullone approvato dalla DIREZIONE LAVORI.

$\varnothing$ (mm)	$A_{res}$ (mm <sup>2</sup> )	NS (kN) Classe 8.8	NS (kN) Classe 10.9
12	84	38	47
14	115	52	64
16	157	70	88
18	192	86	108
20	245	110	137
22	303	136	170
24	353	158	198
27	459	206	257
30	561	251	314
Ns=Precarico			

Table 5. Tabella di riferimento per il serraggio dei bulloni a taglio

Per quanto riguarda le attrezzature e le procedure di serraggio si richiama quanto riportato per le giunzioni ad attrito.

### 5.6.3 Giunzioni con bulloni ad attrito

Le superfici sabbiare a metallo bianco SA 2 e 1/2 dovranno essere protette con pellicole o altri mezzi che preservino la pulizia delle superfici fino al momento dell'accoppiamento in cantiere. In alternativa, previa autorizzazione della DIREZIONE LAVORI, potranno essere

utilizzati idonei prodotti (zincanti inorganici, etc.) da applicare in officina per i quali sia stata prodotta idonea documentazione comprovante il coefficiente di attrito previsto in progetto.

Tutti i bulloni dovranno essere accuratamente serrati al 100% del valore tabellare previsto dal D.M. 14.01.2008 al paragrafo 4.2.8. e dalla circolare applicativa.

#### **5.6.4 Modalità di serraggio**

Prima di procedere all'assemblaggio di un giunto occorre rimuovere bave, impurità e accumuli di rivestimento che potrebbero causare depositi solidi.

Il giunto deve essere predisposto nella disposizione definitiva mediante un numero opportuno di "spine", in grado di impedire spostamenti relativi tra i pezzi da unire e consentire l'adeguata corrispondenza dei fori.

Il serraggio deve essere eseguito mediante rotazione del dado eccetto quando non è possibile accedere dalla parte ove lo stesso è ubicato. Quando il serraggio avviene mediante la rotazione della vite, debbono essere eseguite apposite prove di taratura come indicato al par. 8.5.1 della EN 1090-2.

Il serraggio deve essere eseguito progressivamente dalla parte più rigida della giunzione alla parte meno rigida tenendo conto che per raggiungere l'uniformità del precarico potrebbero essere necessari più cicli di serraggio.

Sono previsti i seguenti metodi di serraggio:

- serraggio con il metodo della coppia;
- serraggio con il metodo combinato.

Le chiavi torsionometriche utilizzate in ogni fase del serraggio con il metodo della coppia, debbono avere un'accuratezza pari a  $\pm 4\%$  in accordo con la norma EN ISO 6789. Per ogni chiave deve essere verificata l'accuratezza con frequenza almeno settimanale e, in caso di chiavi pneumatiche, ogni volta che varia la lunghezza della vite. Per chiavi torsionometriche utilizzate nella prima fase di serraggio con metodo combinato, si richiede un'accuratezza di  $\pm 10\%$  e un controllo con periodicità annuale.

Il controllo della chiave deve essere effettuato anche a seguito di un incidente accaduto durante l'uso (ad es. caduta della chiave, sovraccarico, ecc.) che possa comprometterne l'idoneità.

Se un assieme è stato serrato con il precarico richiesto e successivamente per qualsiasi motivo viene allentato, questo dovrà essere di regola rimosso e l'intero assieme (vite-dado-rondelle) sostituito. In fase di approvvigionamento dei bulloni, l'ESECUTORE dovrà prevedere un'adeguata scorta di bulloni, sufficienti per le prove di serraggio.

#### **5.6.5 Serraggio con il metodo della coppia**

La coppia di serraggio deve essere applicata in continuo e in modo uniforme.

Il processo di serraggio per ogni bullone generalmente comprende almeno due fasi:

- una prima fase consiste nel serrare l'assieme fino al raggiungimento del 75% circa del valore della coppia richiesta. Questa prima fase deve essere completata per tutti gli assieme prima di proseguire alla fase successiva;
- una seconda fase di raggiungimento del 100% del valore di coppia richiesta.

### **5.6.6 Serraggio con il metodo combinato**

Il serraggio con il metodo combinato comprende due fasi:

- una fase di serraggio iniziale, che consiste nel serrare l'assieme fino al raggiungimento del 75% del valore della coppia richiesta, salvo più precise indicazioni fornite dal PRODUTTORE dei bulloni. Questa prima fase deve essere completata per tutti gli assiami prima di proseguire alla fase successiva;
- una seconda fase di serraggio finale in cui viene messo in rotazione il componente dell'assieme che deve ruotare nella misura indicata dal PRODUTTORE. La posizione relativa del dado rispetto alla filettatura della vite deve essere contrassegnata con un pennarello indelebile al termine della prima fase, in modo tale che possa essere facilmente determinata la rotazione finale del dado rispetto al filetto della vite.

### **5.6.7 Controllo del serraggio**

Tutti i collegamenti effettuati con bulloni precaricati debbono essere sottoposti a controllo visivo dopo accostamento iniziale sulla struttura abbinata e prima della fase di precarico.

Il controllo dei bulloni montati con i relativi metodi di installazione deve essere effettuato in funzione del metodo di serraggio utilizzato.

La scelta della giunzione su cui eseguire i controlli deve essere casuale assicurandosi che i campioni da controllare siano rappresentativi di: tipologia del collegamento, gruppo di collegamento di viti, lotto di viti, tipologia e dimensioni, attrezzature utilizzate.

La fase di pre-serraggio deve essere verificata attraverso controlli visivi della giunzione per assicurare che le stesse siano a "pacco".

Il controllo finale del serraggio prevede la verifica degli stessi assiami per verificare l'assenza di condizioni di sotto serraggio e di sovra serraggio.

Il controllo deve essere eseguito con chiave dinamometrica, o con altro idoneo dispositivo, che garantisca una precisione di  $\pm 4\%$ . Tale controllo dovrà essere eseguito su almeno il 20% dei bulloni, scelti in modo da interessare tutta l'estensione del giunto in esame. Se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo deve essere esteso al 100% del giunto.

### **5.6.8 Controllo dei bulloni serrati con il metodo della coppia**

Per il controllo del serraggio si procederà nel modo seguente:

- Marcatura di dado, vite e lamiera per identificarne la posizione relativa;
- Allentamento del dado con una rotazione almeno pari a  $60^\circ$  prestando attenzione che non ruoti la vite nel qual caso occorre tenere ferma la testa dalla parte opposta;
- Serraggio del dado con la coppia prescritta e controllo del ritorno alla posizione originaria.

Nel caso in cui l'angolo di rotazione tra vite e dado dovesse risultare  $>$  di  $-15^\circ$  il bullone risulta sovra serrato. Tutti i bulloni del giunto dovranno essere sottoposti a prova e nel caso sostituiti.

Nel caso in cui l'angolo di rotazione tra vite e dado dovesse risultare  $>$  di  $+15^\circ$  il bullone risulta sotto serrato. Tutti i bulloni del giunto dovranno essere riportati al corretto serraggio.

### **5.6.9 Controllo dei bulloni serrati con il metodo combinato**

Per il controllo della fase di serraggio iniziale si procederà nello stesso modo descritto nel paragrafo precedente.

Nel caso in cui la rotazione tra vite e dado dovesse risultare  $>$  di  $-15^\circ$  il bullone risulta sovra serrato. Tutti i bulloni del giunto dovranno essere sottoposti a prova e l'angolo rilevato dovrà essere sottratto dall'angolo di rotazione prestabilito per la seconda fase di serraggio.

Nel caso in cui l'angolo di rotazione tra vite e dado dovesse risultare  $>$  di  $+15^\circ$  il bullone risulta sotto serrato. Tutti i bulloni del giunto dovranno essere riportati al corretto serraggio.

Prima dell'inizio della seconda fase di montaggio, bisogna verificare la presenza di tutti i contrassegni sul dado e sulle viti. Eventuali contrassegni mancanti debbono essere ripristinati.

Al termine della seconda fase di montaggio, i contrassegni devono essere verificati come segue:

- nel caso in cui l'angolo di rotazione è inferiore di più di  $15^\circ$  dell'angolo prestabilito, l'angolo deve essere corretto (sotto serraggio).
- nel caso in cui l'angolo di rotazione è superiore di  $30^\circ$  oltre l'angolo prestabilito, l'assieme deve essere smontato e sostituito con un assieme nuovo.

## **5.7 Saldature**

### **5.7.1 Oneri dell'esecutore**

Prima dell'inizio delle attività di fabbricazione, nel caso siano previste giunzioni saldate, L'ESECUTORE deve provvedere ad emettere il "quaderno delle saldature" all'interno del quale saranno contenute tutte le informazioni relative alle attività di saldatura quali:

- le procedure di saldatura WPS (Specificazione di procedura di saldatura) utilizzate da saldatori e operatori,
- le WPAR (Verbale di qualificazione di procedura di saldatura) che supportano e validano le WPS;
- il tipo di saldatura con i relativi dettagli;
- la rintracciabilità delle qualifiche di procedimento;
- le certificazioni dei saldatori.

Inoltre al documento saranno allegate tutte le procedure di lavoro correlate al processo di saldatura ( il tipo e l'estensione dei controlli, il grado di accettabilità, le macchine e/o gli impianti da utilizzare, i trattamenti termici, le sequenze di montaggio etc.).

Indicazioni puntuali sui vari punti citati sono riportate nel seguito della presente sezione di Capitolato.

Per l'approvazione del quaderno delle saldature e per lo svolgimento dei controlli l'ESECUTORE incaricherà un Ente di controllo, a sua cura e spese, che dovrà possedere i seguenti requisiti:

- costituire parte sicuramente indipendente per forma;
- possedere un proprio laboratorio accreditato ACCREDIA secondo UNI EN ISO / IEC 17025: 2005, riconosciuto dal Ministero dei LL.PP.;

- avere un settore specificatamente dedicato alle attività di controllo non distruttivo delle strutture metalliche con un sistema di Gestione della qualità conforme alla UNI EN ISO 9001 ed avere in organico personale certificato di livello 3 e di livello 2 secondo UNI EN ISO 9712.
  - avere in organico proprio personale con i requisiti di “Coordinatori di saldatura” secondo quanto indicato nella norma UNI EN ISO 14731:2007 certificato al livello CIWE (Certified International Welding Engineer e CIWT (Certified International Welding Technologist) con almeno 7 anni di esperienza (15 per il Responsabile) nella fabbricazione e controllo delle strutture metalliche;
  - avere in organico proprio personale con la qualifica di ispettori della saldatura certificati come CIWI-C (Certified International Welding Inspector – Comprehensive Level) e CIWI-S (Certified International Welding Inspector – Standard Level) con almeno 10 anni di esperienza nella fabbricazione e controllo delle strutture metalliche;
- avere ottenuto, per l'opera soggetta a controllo, l'autorizzazione, da parte della struttura emettente il presente documento, ad eseguire i controlli richiesti dalla presente sezione di Capitolato;

### **5.7.2 Tipologie di saldature**

Per l'unione mediante saldatura degli elementi strutturali possono essere previste le seguenti tipologie di giunto:

- giunto testa a testa a piena penetrazione;
- giunti a T a piena penetrazione;
- giunti a T a parziale penetrazione (con smusso pari ad almeno 1/3 dello spessore minimo impiegato e lato del cordone al piede  $\geq \frac{1}{2}$  del medesimo spessore
- giunti a T a cordoni d'angolo;
- giunti a sovrapposizione con cordoni d'angolo.

### **5.7.3 Procedimenti di saldatura applicabili**

I procedimenti di saldatura applicabili negli ambiti della presente sezione di Capitolato sono:

- manuale con elettrodi rivestiti;
- automatico ad arco sommerso;
- semiautomatico ed automatico a filo continuo animato e con anima metallica con protezione di gas;
- semiautomatico a filo continuo pieno con protezione di gas (solamente per la saldatura degli elementi secondari, nel caso di cavalcaferrovia, e per i parapetti e gli elementi del tavolato nel caso di ponti ferroviari);
- manuale, semiautomatico o automatico per la saldatura dei connettori;

In generale, saranno da preferirsi procedimenti di saldatura di tipo automatico per le maggiori garanzie offerte nei riguardi della costanza della qualità.

Altri procedimenti potranno essere autorizzati in casi particolari, previa specifiche prove di qualifica, definizione dei controlli non distruttivi ed approvazione da parte della DIREZIONE LAVORI.

A tal fine l'ESECUTORE deve presentare precise proposte tecniche relative alle modalità di qualifica e di controllo per il caso particolare considerato.

#### **5.7.4 Specifiche di procedura di saldatura**

Le specifiche di procedura di saldatura (WPS) saranno elaborate a cura dell'ESECUTORE per ogni giunto da eseguire in produzione. Le modalità di elaborazione delle procedure di saldatura saranno conformi alle indicazioni della Norma UNI EN ISO 15607 e della Norma UNI EN ISO 15609-1.

Tutte le procedure di saldatura dovranno risultare qualificate fatta eccezione per il procedimento di saldatura manuale con elettrodi rivestiti su acciai di classe di resistenza fino a 510 N/mm<sup>2</sup>. L'ESECUTORE indicherà sui disegni costruttivi o su altro documento i riferimenti alle procedure di saldatura (WPS) e alle preparazioni dei lembi che intende utilizzare per la realizzazione dei giunti saldati.

#### **5.7.5 Prescrizioni sui materiali d'apporto**

Dovranno essere utilizzati materiali di apporto che garantiscano un deposito di caratteristiche meccaniche per quanto possibile simili a quelle del materiale base. In particolare, nel caso di impiego di materiale base tipo S355 o di carico di snervamento superiore, il valore minimo della tensione di snervamento del materiale di apporto non dovrà risultare maggiore di 100 N/mm<sup>2</sup> del corrispondente valore minimo del materiale base; nel caso di impiego di materiale base tipo S275 tale differenza non dovrà superare i 150 N/mm<sup>2</sup>.

La tenacità del materiale base e del giunto saldato dovrà essere valutata mediante lo stesso tipo di prova tecnologica. Il valore della tenacità della zona fusa e della zona termicamente alterata del giunto saldato ad una temperatura stabilita dovrà risultare almeno pari a quella minima tabellare del materiale base.

In generale, la composizione chimica del deposito dovrà essere per quanto possibile simile a quella del materiale base.

Sugli acciai aventi caratteristiche di resistenza migliorata alla corrosione atmosferica dovranno essere usati materiali di apporto con caratteristiche migliorate di resistenza alla corrosione atmosferica, non inferiori a quelle del materiale base. La DIREZIONE LAVORI si riserva di effettuare prelievi di materiale d'apporto per verificare la composizione chimica.

#### **5.7.6 Procedimento manuale ad arco con elettrodi rivestiti**

Per gli acciai di tipo S275 e S355 dovranno essere rispettivamente impiegati elettrodi basici della serie E44 ed E52 di classe di qualità 4, secondo UNI EN ISO 2560, con tenore di idrogeno non superiore ad H5.

Tali elettrodi dovranno risultare contrassegnati con il simbolo secondo UNI EN ISO 2560:2010 e UNI EN ISO 18275:2012 che assicuri un valore di resilienza Kv garantito almeno alla temperatura minima di prova del materiale base.

L'ESECUTORE è tenuto ad indicare la denominazione commerciale degli elettrodi che intende adottare sulle procedure di saldatura.

### **5.7.7 Procedimento di saldatura automatica ad arco sommerso**

Il procedimento automatico ad arco sommerso potrà essere utilizzato nella versione con una testa saldante con un filo singolo o con due fili (twin arc) o con più teste saldanti, nelle versioni a testa singola o a teste contrapposte. Saranno impiegati fili e flussi classificati secondo UNI EN ISO 14174.

Le procedure di saldatura dei giunti da realizzare con il procedimento ad arco sommerso dovranno contemplare, oltre alle caratteristiche generali come per gli altri procedimenti, anche quanto necessario ad identificare l'impianto, il numero e la disposizione dei fili per saldatura e la collocazione delle teste saldanti rispetto al giunto.

### **5.7.8 Procedimento di saldatura con filo animato con protezione di gas**

Di regola è richiesto l'uso di fili animati basici o ad anima metallica per la saldatura in posizioni piano e piano - frontale; negli altri casi è possibile usare fili rutilici.

E' richiesto l'uso di fili animati con tenore di idrogeno diffusibile su deposito minore di 5ml/100g (secondo ISO 3690). In ogni caso, potrà essere richiesta dalla DIREZIONE LAVORI una verifica sul materiale impiegato in officina.

Il gas di protezione dovrà essere una miscela del tipo M1 o M2 secondo ISO 14175 con punto di rugiada non inferiore a -40°C. Potrà essere ammesso l'uso di CO<sub>2</sub> puro se consigliato dal PRODUTTORE del materiale d'apporto.

### **5.7.9 Procedimento di saldatura dei connettori**

I pioli dovranno essere saldati alle piattabande con procedimento automatico per piolatura, utilizzando esclusivamente la metodologia di saldatura con capsula disossidante all'estremità del piolo e ferula ceramica e innesco a sollevamento.

In caso di necessità di ripristino della saldatura automatica dei pioli, tale operazione dovrà essere eseguita con procedimento manuale con elettrodi a rivestimento basico, previo esito favorevole di una prova preliminare su un campione atto a simulare le difficoltà operative, costituito da tre pioli per ogni diametro interessato dalla riparazione, su cui saranno eseguite sezioni macrografiche (su ogni piolo) per la verifica della fusione del vertice del piolo. Il saggio dovrà essere eseguito da ciascun saldatore impiegato.

Per altre tipologie di connettori potranno essere usati i procedimenti: semiautomatico a filo continuo animato o ad anima metallica con protezione di gas e manuale con elettrodo rivestito.

La superficie della piattabanda in corrispondenza della zona di saldatura dei connettori dovrà risultare pulita come qualunque altro lembo di saldatura.

E' ammessa la saldatura di pioli su altri pioli, previa qualifica del processo di saldatura, limitatamente ai cavalcaferrovia.

### **5.7.10 Qualificazione delle specifiche di procedura di saldatura**

Le specifiche di procedura della saldatura dovranno essere qualificate e certificate in accordo ai requisiti della Normativa UNI EN ISO 15614-1:2012.

Nel caso sia richiesta anche l'esecuzione di talloni di "pre-produzione", per giunti particolari per i quali le prove standard non sono ritenute esaustive, la qualificazione dovrà essere completata con prove condotte secondo UNI EN ISO 15613.

La certificazione delle procedure di saldatura dovrà essere rilasciata da un Ente di Certificazione dotato di accreditamento ACCREDIA secondo ISO 17065 che sostituisce la EN 45011 . La DIREZIONE LAVORI si riserva comunque la facoltà di eseguire ulteriori prove.

Per quanto attiene alle modalità di qualifica del procedimento di piolatura, valgono in toto le prescrizioni della norma UNI EN ISO 14555.

Per la qualificazione delle specifiche di procedura di saldatura da utilizzare per le opere in classe di esecuzione EXC2 vale quanto indicato nella norma UNI EN 1090-2. Per quelle utilizzate per le opere in classe di esecuzione EXC4 valgono le ulteriori prescrizioni di seguito indicate.

#### Apporto termico

Le saldature saranno eseguite impiegando un apporto termico specifico (HI), valutato con la formula:  $HI = k \cdot 0.06 \cdot I \cdot V / v$  (kJ/mm)

dove :

- I = corrente di saldatura (A),
- V = tensione di saldatura (V),
- v = velocità di traslazione della sorgente termica (mm/min)
- k= fattore di correzione apporto termico in funzione del processo di saldatura (ved. UNI EN 1011 parte1) pari a 1 per l'arco sommerso e a 0,8 per elettrodo rivestito e filo continuo con protezione di gas.

Di regola l'apporto termico massimo sarà 2.8 kJ/mm mentre quello minimo non dovrà risultare inferiore a 0.8 kJ/mm.

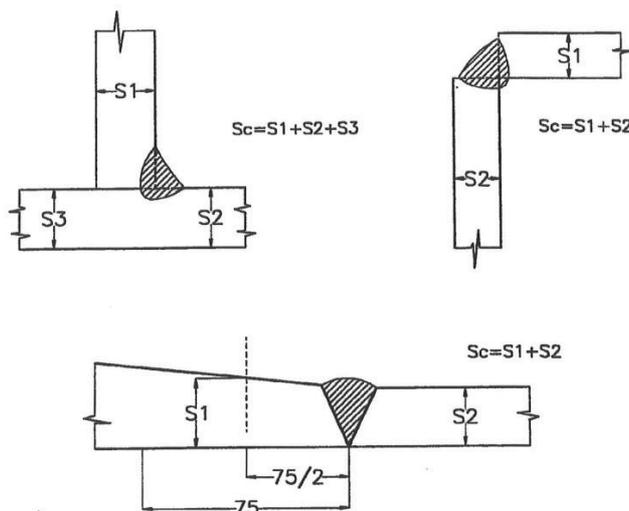
Durante la produzione non devono ottenersi apporti termici che si discostino più del 15% dal valore misurato durante l'esecuzione dei saggi per la qualifica dei procedimenti di saldatura.

#### Durezza

I valori di durezza per l'acciaio S275 non devono risultare superiori a 270 HV30 mentre per i rimanenti acciai non superiori a 350 HV30. Le durezze saranno misurate in zona fusa, in zona termicamente alterata e sul materiale base.

#### Temperature di preriscaldamento e interpass

L'applicazione del preriscaldamento su un giunto saldato prima della sua esecuzione ed il mantenimento in temperatura durante la saldatura sono alcuni dei fattori che determinano il ciclo termico di saldatura, insieme allo spessore di tutti gli elementi strutturali che costituiscono il giunto saldato (spessore combinato della sottostante figura) ed all'apporto termico specifico.



A sua volta il ciclo termico produce strutture metallurgiche diverse nella zona fusa e nella zona termicamente alterata di un giunto in funzione della composizione chimica dei materiali base e di apporto. Un utile indice dell'influenza di tale composizione è il carbonio equivalente (CEQ) valutato con la formula indicata paragrafi precedenti.

Nella tabella seguente sono riportati, a titolo indicativo, i valori delle temperature minime di preriscaldamento ( $T_{pr}$ ) e massime di interpass ( $T_i$ ), in funzione del valore di CEQ per un determinato materiale base, del valore minimo di apporto termico (HI) previsto nella procedura di saldatura approvata per un giunto saldato e dello spessore combinato del giunto ( $S_c$ ) (vedere UNI EN 1011-2). L'adeguatezza di tali indicazioni dovrà essere verificata in sede di qualificazione dei procedimenti di saldatura e su talloni di pre-produzione o di produzione, con riferimento ai valori massimi della durezza indicati dalla procedura di certificazione. Pertanto, i preriscaldi stabiliti possono essere anche variati, purché venga garantito il rispetto dei limiti di durezza. Le variazioni devono essere concordate preventivamente in fase di qualifica del procedimento.

	HI (elett./filo an.)	$S_c \leq 30$ (mm)	$30 < S_c < 50$ (mm)	$50 \leq S_c \leq 100$ (mm)
CEV < 0.37	1.2 kJ/mm	-	-	75°
CEV = 0.38 + 0.42		-	50°	100°
CEV = 0.43 + 0.45		-	75°	125°
CEV = 0.46 + 0.49		50°	125°	175°
	HI (arco sommerso)	$S_c \leq 30$ (mm)	$30 < S_c < 50$ (mm)	$50 \leq S_c \leq 100$ (mm)
CEV < 0.37	2 kJ/mm	-	-	-
CEV = 0.38 + 0.42		-	-	75°
CEV = 0.43 + 0.45		-	-	100°
CEV = 0.46 + 0.49		-	50°	150°

Table 6.

E' da notare però che i preriscaldi indicati sulla specifica di saldatura devono essere maggiorati di 25°C per la puntatura dei pezzi e l'operazione di scricatura.

In ogni caso dovrà essere garantita l'asciugatura dei lembi con un preriscaldamento a 50°C.

Il preriscaldamento deve essere eseguito in modo tale che la temperatura richiesta interessi circa 75 mm di materiale base per ciascun lato del giunto.

Il controllo della temperatura di preriscaldamento e di interpass potrà essere eseguito mediante l'impiego di termocolori o di altri dispositivi atti allo scopo.

#### ***5.7.10.1 Qualificazione degli addetti alle procedure di saldatura***

##### Addetti al coordinamento

Gli addetti al coordinamento delle attività di saldatura dovranno avere conoscenze specifiche con riferimento alla Norma UNI EN ISO 14731:2007, con esperienza evidente nel campo della costruzione delle strutture metalliche. L'ESECUTORE dovrà individuare il "Coordinatore di saldatura" che costituirà l'interlocutore tecnico responsabile nei confronti della DIREZIONE LAVORI per tutte le attività riguardanti la saldatura.

##### Saldatori e operatori di saldatura

I saldatori impegnati nelle applicazioni di saldatura manuale e semiautomatica, dovranno essere qualificati in accordo alla Norma UNI EN ISO 9606-1: 2013 per i procedimenti utilizzati e per le varie posizioni di lavoro. I saldatori che dovranno operare nell'ambito del presente documento dovranno eseguire, in ogni caso, come saggio di prova, anche un giunto a T con cordone d'angolo da valutare secondo i criteri previsti dalla sopra citata norma.

Gli addetti agli impianti di saldatura automatici e a quelli robotizzati e di piolatura dovranno essere certificati secondo UNI EN ISO 14732:2013.

L'abilitazione dei saldatori dovrà risultare dall'esibizione di apposito certificato di qualifica effettuata da un Ente accreditato ACCREDIA secondo UNI EN 17024.

Il Coordinatore di saldatura dell'ESECUTORE dovrà riportare in apposito registro il nominativo dei saldatori abilitati e degli operatori, aggiornandolo sulla base delle eventuali variazioni delle qualifiche (estensione di classe, mantenimento della validità ed eventuale prolungamento). Sul registro dovranno inoltre essere riportati i periodi di inattività di ciascun saldatore e/o operatore relativamente ad un determinato procedimento.

Sia il registro che i certificati di qualifica dovranno essere reperibili presso l'ESECUTORE ed esibiti agli incaricati della DIREZIONE LAVORI dietro loro richiesta.

La DIREZIONE LAVORI ha, inoltre, la facoltà di richiedere eventuali riprove di qualifica ogni qualvolta l'esame delle saldature mostri sistematica difettosità attribuibile ad insufficiente capacità operativa.

Ciascun saldatore e/o operatore dovrà essere individuato da una lettera o un numero, che sarà riportato su di un punzone, mediante il quale il saldatore stesso marcherà le saldature eseguite.

#### ***5.7.11 Prescrizioni costruttive***

##### Generalità

Se la temperatura ambiente risulta inferiore a - 5°C, dovranno essere prese particolari precauzioni per garantire le temperature minime del materiale base da saldare precedentemente indicate.

L'officina dell'ESECUTORE deve essere dotata di magazzino per deposito dei materiali di saldatura (elettrodi, fili, flussi) perfettamente chiuso e con umidità relativa costante non superiore al 50%.

I flussi e gli elettrodi, una volta aperti gli imballi originali, dovranno essere essiccati alla temperatura di 350° - 400° C per due ore e conservati in forno alla temperatura di 150° fino al momento dell'uso. L'essiccamento deve avvenire sia per gli elettrodi che per i flussi in strati non superiori a 4 cm (a meno che per i flussi non siano usati i “forni a caduta”).

I saldatori dovranno essere dotati di fornelli portatili funzionanti alla temperatura di circa 100° nei quali verranno mantenuti gli elettrodi, prelevati dal forno di mantenimento, per un tempo massimo corrispondente alla durata del turno di lavoro. Alla fine del turno, gli elettrodi non utilizzati dovranno essere ritirati e stoccati in un apposito contenitore. Potranno essere impiegati dopo ulteriore essiccamento con le stesse modalità; tale trattamento, in generale, non potrà essere effettuato per più di due volte, salvo diversa indicazione del fabbricante.

Il flusso non fuso potrà essere recuperato e riutilizzato miscelato con flusso nuovo (miscela con 30% di flusso già utilizzato e 70% di flusso nuovo). Alla fine del turno di lavoro, il flusso non utilizzato dovrà essere ritirato dalle macchine e stoccato in un apposito contenitore. Potrà essere ulteriormente impiegato dopo essiccamento con le modalità di cui sopra.

L'efficienza delle procedure di essiccazione e conservazione degli elettrodi e dei flussi per arco sommerso potrà essere controllata, su richiesta della DIREZIONE LAVORI, attraverso verifiche del contenuto di idrogeno diffusibile condotte su deposito, con le modalità di prova previste dalla norma AWS A4.3, tecnica a colonna di mercurio (valore richiesto < 5 ml/100g).

Nel caso di elettrodi in confezioni “vacuum pack” queste dovranno essere aperte al momento dell'uso e depositati nei fornelli; a fine turno di lavoro gli elettrodi rimasti dovranno essere conservati in forno a 150°C.

#### Controlli preventivi

Prima di iniziare la saldatura, i lembi delle parti da collegare e le zone adiacenti per una larghezza di 100 mm saranno controllati con esame visivo e strumentale per accertare l'assenza di eventuali cricche o sfogliature e le corrette condizioni di preparazione. Sui lembi e sulle zone adiacenti suddette non sono di regola ammesse riparazioni mediante saldatura. Sono ammesse molature ben raccordate fino a profondità di 3mm.

Le superfici dei lembi da saldare degli elementi principali saranno esaminate preventivamente con magnetoscopia o con liquidi penetranti.

Nel caso di giunti a croce a piena penetrazione, si dovrà effettuare sulla zona di lamiera intermedia interessata dai giunti (almeno 100 mm per parte del giunto) uno specifico controllo ultrasonoro per verificare l'assenza di sfogliature o di eccessive segregazioni (UNI EN 10160:2001). Detto controllo ultrasonoro può essere omesso per lamiere di acciaio con strizione garantita nel senso dello spessore ( Z 35).

#### Assemblaggio dei pezzi

Particolare cura dovrà essere posta nella fase di assiemaggio dei pezzi, prevedendo modalità di puntatura che salvaguardino dal pericolo di strappi sui materiali base o difetti in saldatura. In particolare, ove possibile, verranno utilizzati cavallotti di assiemaggio; la rimozione dei cavallotti avverrà di regola molando i relativi cordoni di saldatura; è ammessa la rimozione con taglio di fiamma purché venga lasciato un sovrametallo di almeno 3mm da rimuovere con

successiva molatura. In ogni caso la superficie dovrà essere esaminata visivamente e con magnetoscopia per verificare l'assenza di strappi o cricche sulla superficie.

I giunti potranno essere assiemati per mezzo di tratti di saldatura (punti), di regola, di lunghezza non inferiore a 50 mm e da asportare nel corso della esecuzione del giunto saldato.

In un giunto saldato testa a testa da solcare a rovescio, i punti verranno depositati a rovescio, dal lato della ripresa.

Eventuali punti da inglobare nel giunto saldato dovranno essere depositati da saldatori certificati, molati alle estremità ed esaminati prima dell'esecuzione della saldatura; i punti difettosi dovranno tassativamente essere eliminati. I punti depositati da saldatori non certificati dovranno essere comunque rimossi.

Nel caso di saldatura su piatto ceramico il piatto dovrà essere montato immediatamente prima di saldare e non si dovranno effettuare puntature in cianfrino.

#### Preparazione dei lembi

La preparazione dei lembi da saldare dovrà essere definita a cura e responsabilità dell'ESECUTORE, con parere favorevole dell'Ente di controllo incaricato, e comparire sui disegni e/o sulla tavola delle preparazioni visionata dal Progettista, approvata dalla DIREZIONE LAVORI e resa disponibile in officina. In linea di massima la preparazione dei lembi sarà conforme alla UNI EN 9692.

Le attrezzature previste per la preparazione dei lembi dovranno comparire sulle procedure di saldatura; è raccomandato l'impiego di procedimenti di taglio termico (ossitaglio o plasma) automatici oppure di macchine utensili tipo pialle e frese indispensabili per la realizzazione di smussi a U, J, ecc.. E' ammesso l'impiego dell'ossitaglio manuale e automatico o di altre metodologie, purché la superficie venga successivamente rifinita mediante accurata molatura, che dovrà conseguire la completa rimozione delle strie da taglio e di tutte le altre irregolarità.

#### Processo di saldatura

L'accensione degli elettrodi o dei fili dovrà essere fatta su apposito tallone di lamiera ausiliaria appoggiato o puntato ad entrambe le estremità oppure in cianfrino.

L'uso dei talloni di estremità è comunque obbligatorio per l'esecuzione dei giunti testa a testa e per i giunti eseguiti con procedimenti automatici.

E' compito del saldatore e dell'operatore di saldatura esaminare la superficie di ogni passata per assicurarsi dell'eliminazione della scoria, dei difetti di profilo e delle irregolarità superficiali; se l'esito dell'esame non è soddisfacente si dovrà fare ricorso ad una preliminare operazione di molatura prima di deporre la passata successiva.

In tutte le saldature testa - testa e d'angolo a piena penetrazione si dovrà effettuare in linea di principio la solcatura al rovescio e successiva ripresa. In subordine, potranno essere usati il piatto di sostegno o la saldatura senza solcatura e senza sostegno a cura di saldatori in possesso dell'idonea qualifica. In quest'ultimo caso è necessaria comunque l'autorizzazione della DIREZIONE LAVORI e dell'Ente di controllo designato.

La saldatura non dovrà essere interrotta fino a quando non si sia riempito almeno metà spessore. Limitatamente alle strutture sollecitate a fatica, l'utilizzo del piatto di sostegno metallico dovrà essere preventivamente autorizzato dalla DIREZIONE LAVORI, solo quando non si potrà procedere diversamente.

#### Raddrizzatura

Le strutture deformate a seguito della saldatura devono essere raddrizzate mediante l'applicazione di riscaldamenti localizzati o a caldo con mezzi meccanici ovvero con entrambi i sistemi. L'ESECUTORE è tenuto a predisporre una procedura di raddrizzatura nella quale vengano definiti almeno:

- il campo di temperatura da ottenere;
- il metodo di applicazione dei riscaldamenti localizzati ;
- il metodo e le attrezzature per il controllo della temperatura;
- i metodi di raddrizzatura meccanica;
- il personale impiegato nelle operazioni di raddrizzatura;
- il tipo, la classe di resistenza e lo stato di fornitura (normalizzato, termomeccanico, ecc.) dell'acciaio al quale la procedura si riferisce;
- le prove sperimentali di qualificazione della procedura di raddrizzatura convalidate da un Ente Ufficiale e visionate dalla DIREZIONE LAVORI.

I giunti saldati degli elementi sottoposti a raddrizzatura e di quelli adiacenti, saranno esaminati dopo la raddrizzatura con controlli non distruttivi adeguati, per estensione e tipologia, al tipo di giunto.

La temperatura dell'area riscaldata (in generale intorno a 600°C) va definita in funzione dello stato di fornitura del materiale base.

Le parti riscaldate per la raddrizzatura devono essere sostanzialmente libere da sollecitazioni e da forze esterne, eccetto quelle risultanti dai mezzi meccanici usati in concomitanza con l'applicazione dei riscaldi.

#### Saldatura dei pioli

Per la saldatura automatica dei pioli ogni volta che si inizi una fase di saldatura su una membratura, da parte di ogni saldatore, dovranno essere esaminati i primi due pioli saldati; se trovati soddisfacenti all'esame visivo, verranno piegati a colpi di mazza a 45°. Dopo piegamento verranno raddrizzati e non dovranno mostrare alcuna incrinatura o mancanza di fusione.

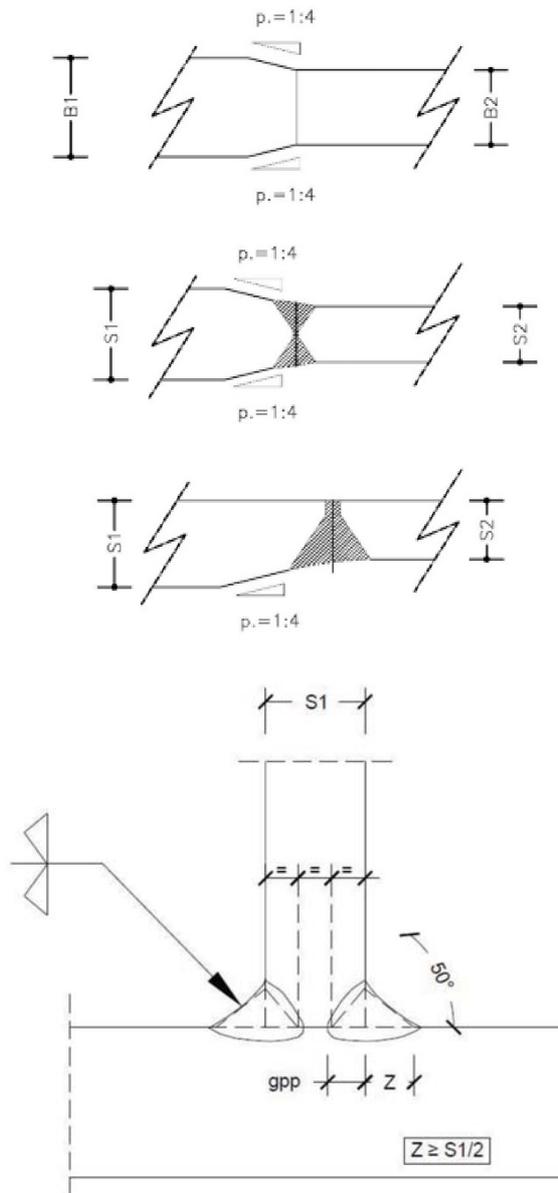
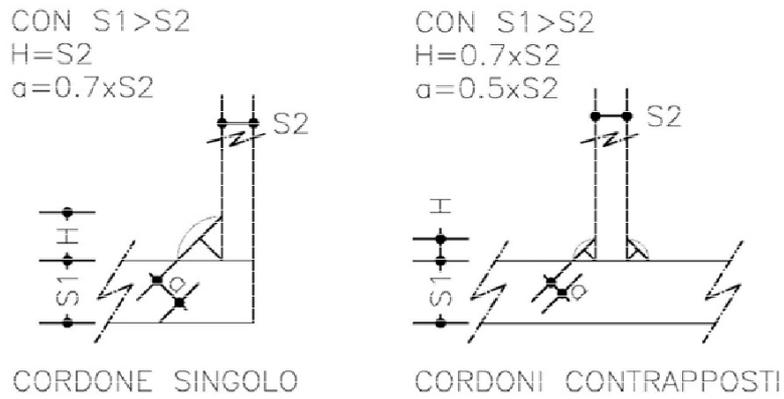
Se questa prova da' esito negativo, l'ESECUTORE è tenuto a rimettere a punto la tecnica di saldatura su piastre ausiliarie e a ripetere le prove sui primi due pioli saldati di nuovo sulla medesima membratura.

La saldatura dei pioli sia in officina che in cantiere dovrà essere eseguita esclusivamente da personale certificato secondo UNI EN 14732:2013.

##### ***5.7.11.1 Prescrizioni concenenti i particolari strutturali***

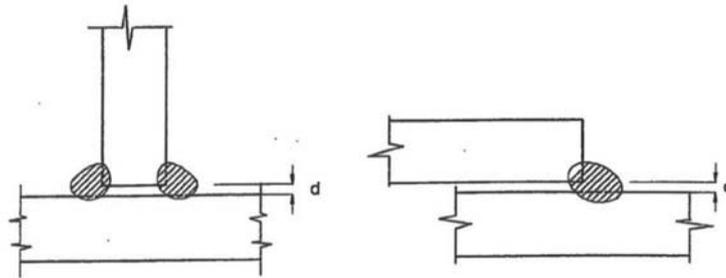
Le saldature a cordone d'angolo o a parziale penetrazione dovranno essere continue, e potranno essere realizzate con due o più passate del materiale di apporto sino ad avere altezza di gola definita dal progetto.

Dove non diversamente indicato, le saldature a cordone d'angolo dovranno essere effettuate secondo le seguenti indicazioni:



Nella realizzazione di giunti a T od a sovrapposizione mediante saldatura d'angolo, deve ottenersi una buona aderenza tra le superfici previste a contatto. Potrà essere tollerata in questi giunti la distanza massima «d» (fig. sotto), nei limiti indicati dalla UNI EN ISO 5817 (nel

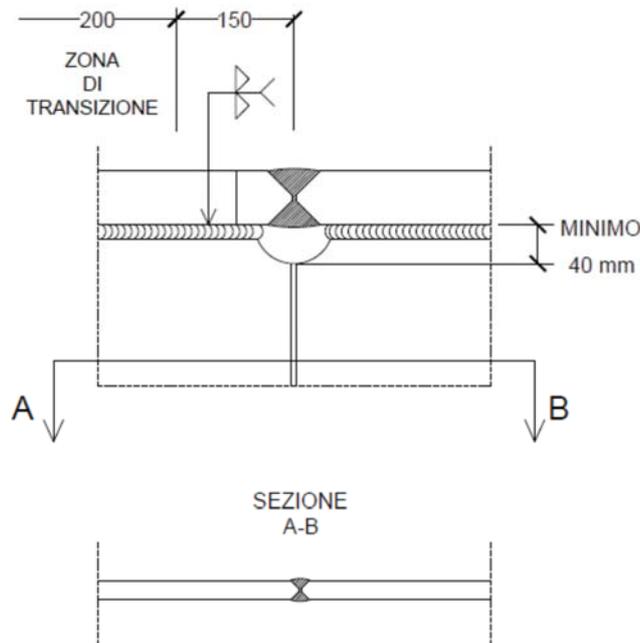
rispetto del relativo livello di qualità). Per la saldatura ad arco sommerso il distacco massimo dovrà essere contenuto in 1 mm.



Qualora si verificano distacchi superiori a quelli sopra indicati, potrà essere prevista l'imburratura delle superfici per ripristinare la distanza corretta oppure potrà essere proposta alla DIREZIONE LAVORI una diversa preparazione dei lembi. Si dovrà tenere conto dell'eventuale necessità di incrementare le dimensioni dei cordoni d'angolo.

Il tratto terminale dei giunti tra anima e piattabanda di travi a T ed a doppio T, non dovrà di regola essere saldato prima della realizzazione dei giunti testa a testa fra le travi, se presenti.

Per consentire la corretta realizzazione dei giunti testa a testa dei profili, nel caso che i giunti anima piattabanda risultassero completi, è necessario eliminare un tratto di saldatura anima - piattabanda di circa 150 mm da entrambi i lati del giunto (scucitura).



Per la realizzazione dei giunti testa a testa si procederà di regola con la sequenza di operazioni nel seguito descritta :

- preparazione dei lembi da saldare e dello scarico alle estremità dell'anima;
- assiemaggio e puntatura degli elementi strutturali (luce del giunto d'anima maggiore della luce del giunto di piattabanda di 2-3 mm);

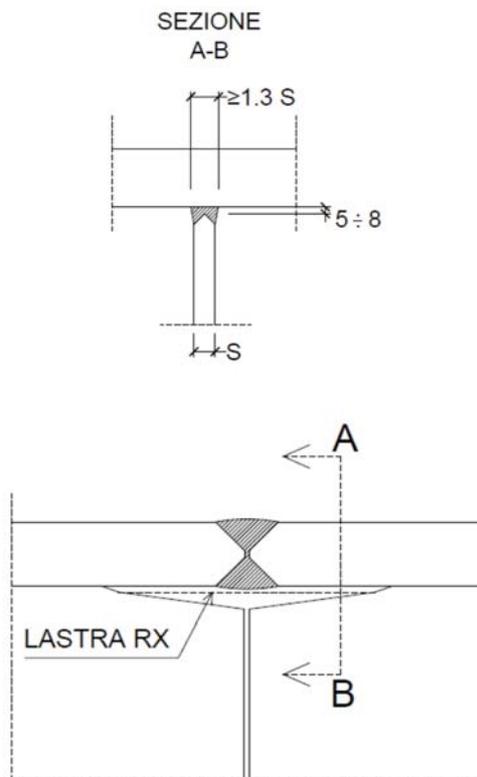
- saldatura delle piattabande preferibilmente in contemporanea o eseguendo riempimenti parziali alternativamente sulle due piattabande;
- saldatura dell'anima;
- saldatura tra anima e piattabanda nei tratti scuciti.

Elementi uniti in modo errato devono di regola essere tagliati e risaldati.

Quando si debbano unire di testa fra loro elementi di trave a doppio T o a T il giunto della piattabanda e dell'anima giaceranno di regola sulla medesima sezione.

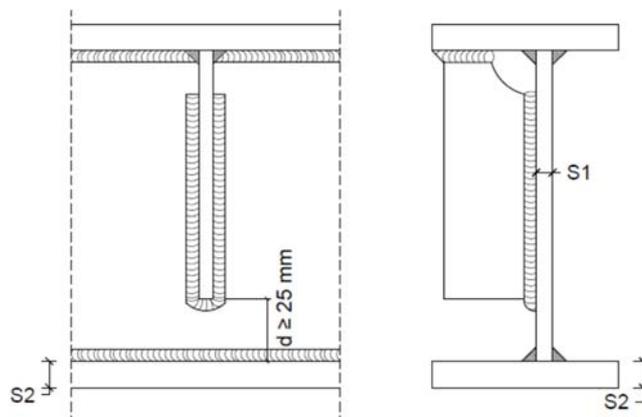
Per la realizzazione delle saldature di testa delle piattabande è necessario predisporre sull'anima una lunetta allo scopo di garantire ovunque l'accesso al giunto saldato durante le fasi di esecuzione e di controllo.

A tal fine potrà essere prevista sull'anima una normale lunetta semicircolare con estremità ad arco di cerchio (raggio minimo pari a 40mm e almeno pari allo spessore dell'anima più 15 mm) ben lavorata e raccordata con fresa portatile. In presenza di severe sollecitazioni di fatica o comunque in corrispondenza di applicazione di carico diretto sulla piattabanda, verrà adottata una lunetta di forma allungata e cianfrinata in modo da poter essere richiusa con saldatura a piena penetrazione dopo l'esecuzione dei giunti di anima e di piattabanda e dei relativi controlli non distruttivi.



In ogni caso, in presenza di anime e/o piattabande saldate testa - testa, prima della composizione della trave, è necessario, dopo l'esecuzione dei prescritti controlli non distruttivi, spianare la zona di saldatura della piattabanda o dell'anima interessate, prima di assemblare gli elementi della trave per l'esecuzione delle saldature d'angolo per consentire la corretta aderenza.

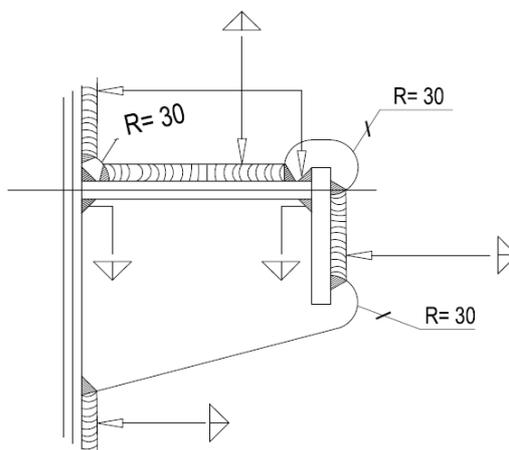
Nel caso di incrocio di tre o più elementi strutturali (ad esempio in una trave composta saldata all'incrocio tra anima, piattabanda e nervature di irrigidimento), dovranno essere previsti scarichi di grandezza adeguata (raggio minimo pari allo spessore della lamiera più 15mm) per consentire la corretta esecuzione ed il controllo dei giunti.



Gli scarichi dovranno essere ad arco di cerchio o, comunque, di forma ben avviata e privi di qualsiasi intaglio o irregolarità. Dopo eventuali lavorazioni di fresa, la rugosità dovrà risultare  $ra \leq 0.2 \mu\text{m}$ .

I cordoni di saldatura che raggiungono il lembo dello scarico saranno fatti girare intorno avendo cura di evitare che la saldatura incida il lembo dello scarico. Inoltre i cordoni si faranno egualmente girare intorno ai lembi liberi di fazzoletti o squadrette saldate.

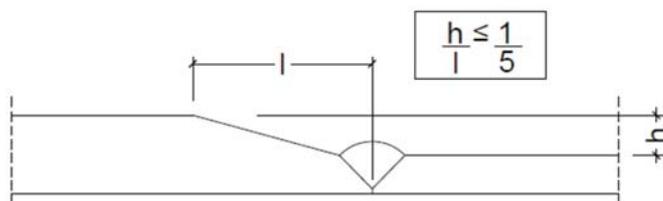
Il cordone di saldatura che collega l'irrigidente all'anima della trave dovrà, in corrispondenza del lembo aderente a tale anima, essere accuratamente molato in modo da eliminare ogni traccia di incisione locale per un'altezza non inferiore al 20% dell'altezza della trave, con un massimo di 100 mm, a partire da entrambe le estremità.



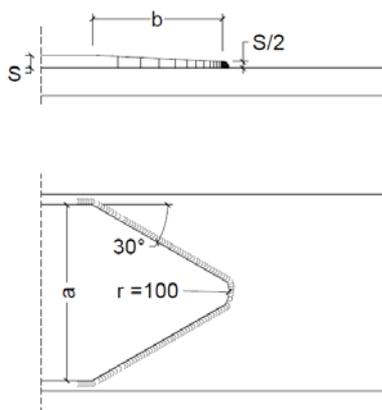
Qualora il Progettista non ritenga applicabile l'uso degli "scarichi" sopra indicati per problemi di fatica, si dovranno realizzare scarichi che seguano il profilo del cordone sottostante, con un distacco massimo di 1mm. In questo caso la saldatura delle nervature non verrà interrotta e seguirà il profilo dello scarico.

Nella saldatura testa - testa di due elementi principali di diverso spessore, lo spessore maggiore dovrà essere gradualmente rastremato sino a raggiungere lo spessore minore. Il

tratto rastremato dovrà risultare, in generale, non inferiore a 5 volte la differenza di spessore degli elementi collegati, a partire dall'asse del giunto.



Nel caso di sovrapposizione di piattabande, in corrispondenza della sezione terminale della piattabanda sovrapposta, si dovrà garantire un adeguato raccordo tra la doppiatura e la piattabanda, prevedendo comunque di eseguire un cordone d'angolo di chiusura che abbia altezza di gola pari almeno alla metà dello spessore della piattabanda stessa e raccordato ai cordoni laterali. Tale cordone dovrà essere regolarizzato mediante asportazione con mola del materiale eccedente; è raccomandata la soluzione seguente:



### 5.7.12 Modalità esecutive dei controlli non distruttivi

#### Prescrizioni generali

I giunti saldati verranno controllati visivamente e con attrezzature adeguate al tipo di giunto, alla tipologia dei difetti da rilevare ed al luogo di lavoro, secondo quanto riportato nel seguito.

Di regola, i controlli strumentali saranno quello magnetoscopico, radiografico e ultrasonoro sul giunto completato ed il controllo con liquidi penetranti solo sulle superfici di solcatura al rovescio dei giunti a piena penetrazione. I controlli strumentali finali saranno di regola successivi a quello visivo soddisfacente.

I metodi di controllo da impiegare saranno scelti in base alle tipologie di unione e agli spessori dei materiali sulla base delle indicazioni fornite dalla norma UNI EN ISO 17635:2010.

Il personale addetto all'esame non distruttivo dei giunti saldati e del materiale base deve essere certificato almeno di livello 2 in accordo alla norma UNI EN ISO 9712:2012 da un Organismo di Certificazione accreditato ACCREDIA in accordo all'UNI EN ISO 17024.

Per l'esecuzione dell'esame visivo si raccomanda l'impiego di personale certificato come EWI (European Welding Inspector)/ IWI (International Welding Inspector).

#### Modalità di esecuzione dei controlli

*Esame visivo*

Il controllo verrà eseguito in conformità alla norma UNI EN ISO 17637.

*Controllo magnetoscopico*

Il controllo verrà eseguito in conformità alla norma UNI EN ISO 17638.

*Controllo con liquidi penetranti*

Il controllo verrà eseguito in conformità alla norma UNI EN ISO 3452-1.

*Controllo radiografico*

Prima dell'esecuzione del controllo verrà compilato, a cura dell'ESECUTORE, uno schizzo da allegare al verbale di controllo radiografico in cui risultino gli sviluppi dei giunti saldati e le sigle dei saldatori o degli operatori che li hanno eseguiti; su di esso saranno indicate, dall'incaricato della DIREZIONE LAVORI o dell'Ente designato, le posizioni da radiografare distinte con lettere e/o numeri, quando tali posizioni non si evincano dai documenti di progetto. Tali elementi dovranno comparire sulle corrispondenti pellicole e serviranno per la loro identificazione.

Gli incaricati della DIREZIONE LAVORI si riservano la facoltà di accertare mediante controllo diretto l'effettiva corrispondenza della ubicazione della pellicola sul giunto radiografato. A tal fine è vietata la rasatura del sovrametallo dei giunti testa a testa a filo lamiera se non dopo l'accettazione dei giunti da parte della DIREZIONE LAVORI o dell'Ente di controllo designato.

Su ogni pellicola dovrà essere posto un indicatore di qualità d'immagine (penetramento); la radiografia dovrà avere sensibilità tale da rilevare l'elemento del penetramento corrispondente al 2% della somma degli spessori attraversati dai raggi (potere risolutivo).

Il controllo radiografico deve essere eseguito secondo le regole delle norme UNI EN ISO 17636-1:2013 applicando la classe B per le opere in classe di esecuzione EXC3 e EXC4 e la classe A per i restanti casi. Il controllo gammagrafico, in luogo di quello radiografico, può essere consentito a seguito di motivata richiesta

alla DIREZIONE LAVORI.

*Controllo ultrasonoro*

Il controllo verrà eseguito in conformità alla norma UNI EN ISO 17640 livello almeno B.

Per la caratterizzazione delle indicazioni sarà applicata la norma UNI EN ISO 23279.

Per il controllo di giunti particolari la DIREZIONE LAVORI o l'Ente di controllo designato, potrà richiedere una specifica dedicata con validazione mediante appositi blocchi con difetti artificiali opportunamente posizionati.

*Controllo della piolatura*

Per quanto attiene alle modalità di controllo delle saldature dei pioli, valgono le seguenti prescrizioni:

Tutti i pioli saldati saranno sottoposti a esame visivo. Questo esame deve accertare la presenza continua e la regolarità del collarino di base. Tutti i pioli trovati con collarino incompleto saranno sottoposti a prove di piegamento a colpi di mazza per un angolo pari a 30°; questa stessa prova di piegamento verrà estesa almeno al 5% dei pioli che hanno superato l'esame visivo.

Per ogni piolo rotto nel corso di quest'ultimo esame ne verranno piegati altri due. Se il numero dei pioli rotti raggiunge, al termine dell'esame, il 5% dei pioli appartenenti alla membratura, tutti i pioli della stessa verranno piegati con piegamento alla mazza.

I pioli difettosi devono essere rimossi. La parete di acciaio cui erano uniti potrebbe essere interessata da strappi provocati dalla rimozione dei pioli. Le zone danneggiate devono essere riparate mediante molatura eseguendo scavi ben raccordati al materiale base circostante, fino alla scomparsa di ogni traccia di difetto.

Nelle parti da riparare la necessità di ripristinare o meno lo spessore primitivo mediante riporto di saldatura sarà giudicata dal Progettista. Nel caso di ripristino mediante saldatura l'intervento dovrà essere eseguito con procedimento manuale con elettrodi a rivestimento basilico di diametro 3,25 mm da un saldatore certificato. Tali saldature dovranno essere eseguite con tutte le modalità previste per gli elementi strutturali (pulizia dei lembi, preriscaldamento, controlli).

#### Estensione dei controlli

Prima di procedere all'esecuzione dei controlli da parte della DIREZIONE LAVORI e/o dell'Ente di controllo designato, l'ESECUTORE dovrà presentare ai soggetti sopra indicati la documentazione dei controlli direttamente eseguiti, compresa la verifica del corretto assemblaggio. L'estensione dei controlli non distruttivi dei giunti saldati è quella di seguito specificata.

#### *Esame visivo*

Di regola tutte le saldature dovranno essere esaminate visivamente al 100%, sia dall'ESECUTORE che dall'Ente terzo incaricato dei controlli.

#### *Giunti con cordoni d'angolo o a parziale penetrazione*

Il controllo magnetoscopico sarà effettuato a cura dell'ESECUTORE sul 100% dei giunti del ponte, esibendo i relativi verbali. La percentuale di estensione si riferisce a ogni saldatura; in caso di giunti di lunghezza inferiore a 0,5 metri è ammesso il controllo al 100% del 50% dei giunti.

In sede di collaudo da parte della DIREZIONE LAVORI o di altro Ente incaricato, tale controllo sarà limitato al 30% della lunghezza di ogni cordone di ciascun giunto sia a cordoni d'angolo che a parziale penetrazione; tale estensione sarà suscettibile di aumento in relazione al tipo di procedimento di saldatura ed ai risultati del controllo stesso.

#### *Giunti a piena penetrazione*

Il controllo magnetoscopico sarà effettuato a cura dell'ESECUTORE sul 100% dei giunti a piena penetrazione testa a testa o a T. Inoltre, verrà effettuato dall'ESECUTORE l'esame radiografico e/o ultrasonoro su almeno il 50% della lunghezza di ogni giunto.

Estensioni diverse dovranno comunque essere approvate dalla DIREZIONE LAVORI.

Per giunti di fondamentale importanza per la statica della struttura o particolarmente sollecitati, ovvero in particolari casi in relazione alla natura ed all'entità delle sollecitazioni gli esami dovranno essere estesi al 100%.

In sede di collaudo la DIREZIONE LAVORI o l'Ente incaricato eseguiranno il controllo magnetoscopico al 30 % della lunghezza delle saldature ed il controllo ultrasonoro al 100% nonché la lettura delle lastre radiografiche.

#### *Verifiche sui talloni di produzione*

In tutte le travi saldate in officina dovranno essere previste opportune espansioni (talloni d'estremità) dello stesso materiale costituente le travi stesse. La DIREZIONE LAVORI si riserva di richiedere, ove possibile, l'applicazione dei talloni anche sui giunti eseguiti in cantiere.

Sui talloni di produzione si dovrà misurare la durezza in zona fusa, in zona termicamente alterata e nel metallo base su almeno il 5% dei giunti delle travi saldate, nonché valutare la corretta penetrazione della saldatura, la forma del cordone e l'assenza di difetti inaccettabili, in relazione a quanto indicato nelle tabelle precedenti

Le modalità e le estensioni dei controlli macrografici sui talloni d'estremità saranno definite dall'ESECUTORE mediante un'appropriata procedura da sottoporre ad approvazione da parte della DIREZIONE LAVORI, previo parere favorevole dell'Ente designato. Di norma tale controllo sarà previsto su un campione almeno pari al 10% dei giunti realizzati in officina.

La procedura dovrà di norma prevedere l'esecuzione di macrografie su adeguati talloni anche nei casi seguenti:

- applicazione da parte dell'ESECUTORE di procedure di saldatura per le quali non abbia una consolidata esperienza applicativa;
- durante le fasi iniziali di applicazione di procedimenti automatici o robotizzati.

Le prove di durezza saranno eseguite in almeno tre punti di una stessa zona (materiale base, zona fusa, zona termicamente alterata) e dovranno accertare che in nessun punto la durezza Vickers (HV30) ecceda i limiti indicati nella procedura di certificazione.

Il taglio del tallone va effettuato previa punzonatura a cura del personale della DIREZIONE LAVORI o dell'Ente di controllo incaricato.

Nei casi in cui le travi prevedano un tratto non saldato alle estremità della giunzione anima-piattabanda, al fine di favorire la corretta esecuzione delle saldature testa a testa in cantiere, si dovrà ricorrere alla saldatura di talloni di preproduzione con i seguenti criteri.

- Per ciascuna tipologia di trave saldata saranno realizzati dei talloni di saldatura in accordo alle specifiche di procedimento previste per la produzione e qualificate in accordo alla presente sezione di capitolato, utilizzando materiali di commessa;
- Le differenti tipologie di travi saranno individuate per qualità del materiale base, spessori delle lamiere, tipo e dimensioni dei giunti, processo ed impianto di saldatura utilizzato.

I saggi, della lunghezza minima di 500 mm, saranno sottoposti al controllo macrografico su tre sezioni (ad inizio, centro e fine del tallone) per la verifica della geometria e delle dimensioni del giunto, in accordo alla norma UNI EN ISO 5817 livello di qualità funzione della classe di esecuzione, ed il controllo delle durezza secondo le indicazioni della norma UNI EN ISO 15614-1.

I talloni saranno realizzati prima dell'inizio della produzione. Eventuali esecuzioni di ulteriori talloni durante la fabbricazione e/o il montaggio in opera potranno essere richiesti dalla DIREZIONE LAVORI.

#### *Intensificazione dei controlli per esito negativo*

Qualora vengano rilevate delle anomalie con i controlli strumentali eseguiti a campione, i controlli verranno intensificati. Di regola verrà esaminato un tratto di saldatura a cavallo della

zona difettosa non inferiore a 1000 mm, oppure, nel caso di giunti corti, due giunti adiacenti a quello difettoso eseguiti dallo stesso saldatore o operatore. In caso di ulteriori difetti il controllo verrà esteso al 100% della saldatura (o delle saldature simili per giunto corti). Nel caso di difetti planari l'estensione al 100% sarà immediata.

Per l'estensione verrà utilizzato almeno il medesimo metodo che ha rilevato il difetto.

Nel caso in cui il numero delle riparazioni sia elevato oppure vengano riscontrati difetti inaccettabili con carattere di sistematicità, gli elementi strutturali od i giunti in questione saranno scartati.

Quando la presenza di difetti sistematici non sia attribuibile a cattiva modalità esecutiva oppure ad imperizia del saldatore o dell'operatore della macchina, l'ESECUTORE dovrà ripetere il procedimento di qualifica.

In ogni caso l'ESECUTORE provvederà al rifacimento dei giunti scartati; i nuovi giunti dovranno essere ricontrollati con il medesimo metodo che ha rilevato il difetto, con estensione percentuale doppia rispetto a quella inizialmente prescritta.

### 5.7.13 Qualità delle saldature

Tutte le saldature devono essere regolari, ben raccordate al materiale base e senza eccesso di sovrametallo. I criteri di accettabilità dei difetti sono precisati nella tabella di seguito riportata.

Classi di esecuzione	Livelli di qualità ai sensi della UNI EN ISO 5817
EXC2	C
EXC3	B
EXC4	B+

Table 7

Per livello di qualità B+ si intende il livello di qualità B con gli ulteriori requisiti di cui al prospetto 17 della UNI EN 1090.

La qualità delle saldature esaminate visivamente, con liquidi penetranti e con controllo magnetoscopico deve essere rispondente in generale ai criteri di accettabilità stabiliti nella precedente tabella.

Il DIREZIONE LAVORI si riserva la facoltà di stabilire criteri e valori diversi da quelli riportati nella suddetta norma qualora lo ritenessero opportuno in fase di approvazione del progetto delle saldature.

I criteri di accettabilità dei difetti rilevati con l'esame radiografico sono quelli stabiliti dalla norma UNI EN 12517 livello 1.

I criteri di accettabilità dei difetti da applicare alle indicazioni rilevate al controllo ultrasonoro dovranno rispettare le prescrizioni della norma UNI EN 1712 livello 2 con la precisazione che non sono ammessi difetti planari (valutati in accordo alla UNI EN 1713).

### 5.7.14 Modalità di riparazione

#### Riparazione senza nuove saldature

Difetti superficiali e di profilo potranno essere eliminati anche senza eseguire altre saldature purché la profondità dei difetti non superi il 10% dello spessore interessato e comunque con un massimo di 2 mm.

L'eliminazione del difetto verrà ottenuta mediante molatura; ciò dovrà essere verificato con accurato esame visivo e, in caso dubbio, con esame magnetoscopico e/o liquidi penetranti; la superficie dello scavo dovrà risultare ben raccordata col materiale contiguo.

#### Riparazione con saldatura

L'ESECUTORE dovrà redigere una o più procedure di riparazione dei giunti saldati a mezzo saldatura, e sottoporle ad approvazione come le procedure di esecuzione delle saldature.

Tali procedure dovranno contenere almeno le modalità e i mezzi da adottare per gli scavi, la temperatura di preriscaldamento e tutto quanto attiene al procedimento di saldatura previsto che dovrà essere qualificato.

Nel caso in cui una riparazione debba essere ripetuta più di due volte l'ESECUTORE dovrà provvedere a redigere una non conformità e informare l'Ente di controllo incaricato. Il caso verrà esaminato al fine di capire i motivi dell'insuccesso (errata valutazione della posizione del difetto, scarsa abilità dei saldatori impiegati, parametri del procedimento di saldatura impiegato scorretti, problemi di accessibilità al giunto...) e di valutare la necessità di prove e/o indagini particolari sul giunto in questione.

#### Esecuzione degli scavi

Gli scavi saranno eseguiti con mola oppure con elettrodo di carbone e soffio d'aria compressa (arc-air,) seguita da molatura di regolarizzazione e asportazione dello strato carburato. L'uso dell'arc – air dovrà essere preceduto dall'applicazione di un preriscaldamento di 25°C superiore rispetto a quello previsto per la saldatura del giunto oggetto dell'intervento. Le superfici dello scavo dovranno soddisfare i requisiti già descritti nel paragrafo relativo alla qualità delle saldature.

#### Modalità esecutive delle riparazioni

La temperatura di preriscaldamento sarà, come per la puntatura, di 25°C superiore a quella prevista, per l'esecuzione del giunto, dalla procedura di saldatura approvata.

Il procedimento di saldatura da adottare sarà di norma quello manuale con elettrodi a rivestimento basico, di caratteristiche chimiche e meccaniche simili a quelle del materiale base.

Potrà essere utilizzato il procedimento a filo continuo animato per riparare giunti saldati con scavi di lunghezza superiore a 250 mm.

Per tutto quanto attiene alla conservazione dei materiali di apporto ed alla tecnica esecutiva valgono le indicazioni già espresse per le saldature di produzione.

Non è ammesso l'uso di cordoncini molto tirati (apporto termico specifico  $HI < 0.8 \text{ KJ/mm}$ ) per riempire scavi od incisioni per evitare eccessive durezza locali.

Le riparazioni dovranno dare luogo a superfici lisce e ben raccordate con il materiale adiacente; se necessario, i cordoni di riporto o riparazione verranno lisciati con mola o fresa a bottone.

A titolo di esempio potranno essere seguite modalità di riparazione come quelle di seguito indicate:

- per eliminare difetti non accettabili tipo “overlap” o eccessiva convessità: ridurre l'eccesso di metallo depositato rimuovendolo mediante mola;

- per eliminare difetti non accettabili tipo eccessiva concavità, crateri, cordoni sottodimensionati o incisioni: molatura di raccordo e saldatura fino ad ottenere un corretto profilo. La saldatura apportata per compensare il cordone sottodimensionato deve essere depositata con le prescrizioni delle riparazioni;
- per eliminare difetti non accettabili come inclusioni di scoria o eccessiva porosità : rimuovere i tratti difettosi con “arc – air” seguito da molatura e riportare saldatura fino ad ottenere un corretto profilo;
- per eliminare difetti non accettabili tipo cricche in saldatura o in zona termicamente alterata: rimuovere il tratto difettoso per una lunghezza, oltre le estremità della cricca, pari almeno alla lunghezza della cricca stessa con un massimo di 50 mm, curare la correttezza della forma dello scavo e procedere alla saldatura con le modalità di cui ai paragrafi precedenti.

#### Controllo dopo la riparazione

Ogni riparazione eseguita con o senza saldatura dovrà essere ricontrollata almeno con il medesimo metodo che ha rilevato il difetto; le zone sulle quali sono stati rilevati difetti inaccettabili con i controlli radiografici o ultrasonori dovranno essere nuovamente controllati con lo stesso metodo che ha rilevato i difetti, in caso di dubbi i due metodi potranno essere integrati.

#### **5.7.15 Resoconto delle attività di saldatura**

Dovrà essere compilato, a cura dell'ESECUTORE e secondo la UNI EN ISO 3834, un diario dei lavori di saldatura dal quale risultino tutte le particolarità e le circostanze secondo cui i lavori si svolgono.

I diari dovranno contenere un elenco di tutte le saldature eseguite, le riparazioni, i nomi dei saldatori, il procedimento di saldatura (parametri, materiali, preriscaldi, ecc.) gli eventuali controlli intermedi e quant'altro possa ritenersi utile di particolare registrazione.

I diari dovranno essere firmati dal Coordinatore di saldatura dell'ESECUTORE che si rende garante della loro esattezza.

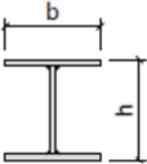
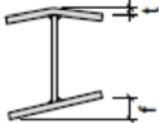
Essi dovranno essere esibiti in visione agli incaricati del controllo alla fine dei lavori; copia dei diari sarà consegnata all'incaricato della DIREZIONE LAVORI per gli usi di collaudo e per essere conservata nell'incartamento del lavoro.

#### **5.7.16 Controllo della geometria dei profili composti saldati**

I controlli sulla geometria degli elementi dovranno essere eseguiti e certificati dall'ufficio qualità dell'ESECUTORE.

Per quanto riguarda le tolleranze geometriche, si farà riferimento a quanto indicato nell'appendice D della norma UNI EN 1090-2.

Limitatamente alle sole travate metalliche ferroviarie, il controllo della geometria dovrà estendersi non solo ai singoli elementi ma anche alla loro composizione in corrispondenza dei nodi della struttura, nel rispetto delle tabelle seguenti:

<b>TOLLERANZE DIMENSIONALI PER MONTANTI E DIAGONALI DI TRAVI RETICOLARI PER PONTI E VIADOTTI FERROVIARI (mm)</b>	
<b>Dimensioni nominali</b>	<b>Tolleranza ammessa</b>
	$h = -0,5 ; 0$ $b = 0 ; +5$
<b>Incurvamento delle ali</b>	<b>Tolleranza ammessa</b>
	$t \leq 0,5$ $f \leq 0,5$

TOLLERANZE DIMENSIONALI PER I CORRENTI DI TRAVI RETICOLARI PER PONTI E VIADOTTI FERROVIARI (mm)	
Dimensioni (briglia superiore corrente)	Tolleranza ammessa
	$h (0, +5)$ $b (0, +5)$ $h' (+1, +3)$ $d (\pm 2)$ $s (\pm 2)$
Fuori squadra (solo per l'esterno)	Tolleranza ammessa
	$t \leq 0,5 \text{ mm}$
Deformazione delle piattabande lungo il profilo (con l'esclusione delle zone di estremità)	Tolleranza ammessa
	$c \leq 2\% s$
Zone di giunto sui piastroni	Tolleranza ammessa
	$hp''' (0, +1)$ $hp'' (+1, +2)$ $hp' (+2, +3)$ $hmd \text{ costante } (-0,5, 0)$

La DIREZIONE LAVORI si riserva la facoltà di verificare, con proprio personale, che le dimensioni dei pezzi composti mediante saldatura siano corrispondenti a quelle di progetto, nel rispetto delle tolleranze suddette.

### 5.8 Premontaggio in officina delle strutture per ponti

E' fatto obbligo eseguire in officina il montaggio provvisorio per controllare ed assicurare l'esattezza e la reciproca perfetta corrispondenza dei singoli pezzi assemblati per formare l'opera completa, in modo da poter apportare eventuali modifiche che si rendessero necessarie quando l'opera si trova ancora in officina senza creare soggezioni all'esercizio.

In tale fase di montaggio provvisorio si deve dare all'opera la controfreccia di montaggio prescritta e deve essere effettuata l'alesatura dei fori a diametro definitivo con l'ausilio di spine calibrate e bulloni di montaggio.

L'alesatura dei fori di attacco della controventatura inferiore potrà essere eseguita solo in cantiere, dopo che le strutture, rimossi i calaggi intermedi, siano sistemate sugli appoggi definitivi.

All'atto dell'accettazione provvisoria, le travate metalliche dovranno risultare prive di chiodature o bullonature definitive e della verniciatura, fatta eccezione per le parti a contatto destinate ad essere definitivamente chiodate o bullonate in officina che possono essere pitturate con la sola mano di fondo del ciclo previsto.

Per le strutture le cui membrature principali prevedono conci saldati in opera, il premontaggio provvisorio dovrà essere eseguito in officina parzialmente per conci.

A discrezione del DIREZIONE LAVORI, il premontaggio provvisorio può essere autorizzato direttamente in cantiere qualora sussista la disponibilità di spazio e non si arrechi disturbo alla libera e regolare circolazione dei treni. In tal caso i singoli elementi prima della spedizione in cantiere debbono essere verniciati con la mano di fondo del ciclo di verniciatura previsto.

Affinché le DIREZIONE LAVORI siano messe in grado di esercitare il necessario controllo, è fatto obbligo all'ESECUTORE, quando avrà effettuato il montaggio completo provvisorio e dopo che siano state eseguite le alesature, di avvertire, con un anticipo di almeno 15 (quindici) giorni il DIREZIONE LAVORI per l'accettazione provvisoria.

Nel corso delle visite di accettazione saranno eseguiti almeno i seguenti controlli:

- Controllo della contro monta d'officina e delle lavorazioni;
- Controllo delle geometrie e della corrispondenza al progetto;
- Controllo delle alesature;
- Controllo visivo e dimensionale del contatto tra gli elementi da unire;
- Controllo della documentazione dei materiali, dei collaudi delle saldature, delle disposizioni scritte del coordinatore della saldatura.

Per permettere il controllo di tutte le membrature, unioni ecc., l'ESECUTORE dovrà predisporre idonee impalcature di servizio, secondo le norme antinfortunistiche in vigore. In mancanza, la visita di accettazione sarà rinviata, restando a carico dell'ESECUTORE ogni dannosa conseguenza.

Successivamente al premontaggio (in officina o in cantiere) una volta accertato l'esito positivo dei controlli previsti, il DIREZIONE LAVORI rilascerà apposito certificato di accettazione provvisoria affinché le varie membrature possano essere predisposte per le successive lavorazioni.

Prima di procedere allo smontaggio occorre contrassegnare ogni singolo elemento in modo chiaro e distinto al fine di evitare confusioni durante il montaggio in opera.

### **5.8.1 Montaggio in opera**

#### **5.8.1.1 Prescrizioni generali**

L'ESECUTORE, dovrà inviare al DIREZIONE LAVORI il programma e il progetto particolareggiato secondo il quale intende provvedere alle operazioni di montaggio e posa in opera della struttura metallica tenendo conto che dovrà essere sempre previsto un piano

inferiore alla struttura per la sicurezza degli operai e per un agevole controllo dei lavori della struttura assemblata.

Detto programma e progetto dovrà riportare l'approvazione del DIREZIONE LAVORI che si riserva di introdurre tutte le modifiche per assicurare, con la più ampia garanzia, la perfetta riuscita delle operazioni di montaggio e/o dell'eventuale varo se previsto.

Durante la fase di montaggio in opera, oltre le verifiche da effettuare già descritte nel precedente paragrafo, dovranno essere controllati i lavori onde verificare che non avvengano difetti del tipo frequentemente riscontrati quali quelli appresso indicati:

- inversione o scambio di posizione degli elementi;
- correzioni di forma con fiamma e conseguente forzatura degli elementi;
- mancato inserimento di imbottiture previste in progetto;
- superfici da coprigiuntare non pulite;
- chiodi non ribaditi correttamente;
- bulloni non serrati correttamente;
- sequenze operative non rispettate per la chiodatura e bullonatura (es. dall'interno verso l'esterno dei coprigiunti);
- esecuzione e/o allargamento di fori con fiamma;
- elementi assemblati fuori squadra (orizzontale e verticale);
- fori non corrispondenti;
- sostegni provvisori della struttura non stabili;
- assiemaggio degli elementi con punti di saldature;
- saldature in opera non previste e non eseguite correttamente;
- saldature eseguite su superfici ossidate, verniciate, zincate o comunque non preparate adeguatamente;
- inserimento di imbottiture di dimensioni non adeguate (ad esempio solo tra le superfici a vista -parti esterne);
- non ripristino della verniciatura delle superfici sottostanti alle zone piolate;
- saldatura dei connettori senza adeguato preriscaldamento del materiale e senza preparazione delle superfici;
- inserimento di bulloni di dimensioni e lunghezze non conformi al progetto;
- sostituzione di elementi deformati, inservibili o comunque mancanti con altri con caratteristiche
- meccaniche e chimiche non certe;
- riparazione di elementi con operazioni che ne compromettono la integrità;
- saldature in opera non autorizzate;
- saldature incomplete dei connettori (collarini);
- vernici non aderenti al supporto;

- verniciature eseguite in opera in difformità del ciclo approvato;
- adozione di procedimenti di saldatura non idonei in fase di montaggio;
- mancata pulizia dei fori di scarico delle acque;
- puntature di tondi per c.a. sui connettori o sulle piattabande delle strutture miste acciaio-calcestruzzo;
- mancata complanarità degli appoggi definitivi;
- movimentazione di materiale con dispositivi tali da deformare e/o incidere il materiale (es. incisioni da pinze ammorsatrici);
- mancata pulizia (sabbatura) della superficie delle piattabande superiori nelle strutture miste acciaio- calcestruzzo;
- difetti conseguenti ad un non corretto trasporto in opera dei materiali;
- difetti e distorsioni in alcuni elementi strutturali a seguito di una errata posa in opera delle strutture, in particolare modo nei vari.

Al termine del montaggio in opera il DIREZIONE LAVORI rilascerà apposito benestare affinché si possa dar corso all'applicazione delle successive mani di pittura previste dal ciclo di verniciatura richiesto.

### **5.8.2 Saldature in fase di montaggio in cantiere**

Nel piano di controllo della qualità si dovrà prevedere la presenza di un rappresentante della DIREZIONE LAVORI e/o dell'Ente di Controllo designato, durante la saldatura in cantiere dei giunti testa a testa degli elementi strutturali più significativi.

Per le saldature in fase di montaggio in cantiere valgono tutte le prescrizioni concernenti i particolari strutturali, le procedure di saldatura e le modalità di conservazione dei materiali base e di apporto, le modalità esecutive, il personale impegnato nelle attività di saldatura, nonché la qualità dei giunti saldati ed il loro collaudo indicati ai punti precedenti.

Particolare riguardo andrà posto alla protezione dei lembi del cianfrino dalla ossidazione ed alla predisposizione di opportuni ripari durante le fasi di saldatura, prevedendo l'uso di idonee attrezzature; quest'ultima esigenza acquista maggiore rilevanza quando sia previsto l'impiego di procedimenti di saldatura diversi dall'elettrodo rivestito; in tal caso verrà preparata, a cura dell'ESECUTORE, un'adeguata procedura che dovrà descrivere le modalità di protezione dagli agenti atmosferici delle zone interessate dall'esecuzione delle saldature.

Dovrà essere posta la massima cura nello studio e nella realizzazione dell'assieme dei giunti e nella preparazione dei lembi, al fine di consentire la corretta esecuzione dei giunti stessi. In ogni caso, prima della saldatura, dovrà essere eseguito dall'Ente designato il controllo del cianfrino con rilievo della luce del giunto

da saldare in opera per la verifica della corrispondenza con quanto riportato nel quaderno delle saldature approvato.

Il procedimento di saldatura previsto per le saldature al montaggio sarà generalmente quello manuale con elettrodi rivestiti basici omologati, simili, per caratteristiche meccaniche e chimiche, al materiale base. Altri procedimenti dovranno essere autorizzati preventivamente dalla DIREZIONE LAVORI.

I saldatori dovranno essere qualificati per la posizione di saldatura di lavoro. Potrà essere richiesta una verifica dell'abilità operativa in cantiere, specie in presenza di giunzioni

particolarmente importanti o da eseguirsi in posizioni non agevoli, mediante la realizzazione di talloni di pre - produzione.

I giunti eseguiti in cantiere verranno controllati con modalità analoghe a quelle previste per i giunti di officina; valgono i medesimi criteri sull'estensione dei controlli per esito sfavorevole. Comunque, i giunti testa a testa delle strutture principali eseguiti in opera dovranno essere controllati con metodo magnetoscopico, radiografico ed ultrasonoro.

Sui giunti in acciaio di classe di resistenza S355 o inferiore, i controlli non distruttivi dovranno essere eseguiti non prima di 48 ore dopo l'ultimazione delle operazioni di saldatura se lo spessore combinato  $S_c$  è maggiore di 100 mm. Per gli acciai a resistenza superiore i controlli dovranno essere eseguiti in ogni caso non prima di 48 ore dopo l'ultimazione delle operazioni di saldatura.

## 5.9 Trattamenti superficiali

### 5.9.1 Generalità

Il presente capitolo definisce i requisiti relativi al processo di protezione contro la corrosione delle opere metalliche nuove attraverso impiego di sistemi di verniciatura. Le prescrizioni riportate nel seguito si applicano a tutte le classi di esecuzione indicate nei paragrafi precedenti.

Fanno comunque fede, per qualsiasi tipo di trattamento, le indicazioni contenute negli elaborati progettuali.

### 5.9.2 Verniciatura

#### Prescrizioni e controlli in fase di applicazione

##### *Prescrizioni generali*

Si definisce ciclo di verniciatura un sistema composto da uno o più prodotti vernicianti applicati in progressione secondo specifiche condizioni. Il ciclo di verniciatura da applicare sulle opere oggetto del presente capitolato dovrà essere compatibile con le prescrizioni del progetto e sarà approvato dalla DIREZIONE LAVORI prima della posa in opera da parte dell'ESECUTORE.

Il ciclo dovrà essere scelto in funzione dell'ambiente atmosferico cui l'opera è destinata, sulla base delle indicazioni fornite al riguardo dal progettista dell'opera, salvo diverse indicazioni della DIREZIONE LAVORI. Nella seguente tabella sono indicate le classi di corrosività relative ai vari ambienti atmosferici con il corrispondente spessore minimo del film protettivo.

Descrizione dell'ambiente	Classe di corrosività	Spessore nominale del film secco
Ambienti con basso livello di inquinamento (ad esempio, le aree rurali). Ambienti urbani e industriali, con modesto inquinamento da anidride solforosa. Zone costiere con bassa salinità.	C3	200 $\mu\text{m}$ (160 $\mu\text{m}$ con primer zincante)
Aree industriali e zone costiere con moderata salinità.	C4	280 $\mu\text{m}$ (240 $\mu\text{m}$ con primer zincante)
Aree industriali con alta umidità e atmosfera aggressiva (distanza da aree industriali inferiore a 500 m)	C5-I	320 $\mu\text{m}$

Zone costiere con alta salinità (distanza dalla costa inferiore a 500 m)	C5-M	320 µm
--	------	--------

I cicli di verniciatura su substrato in acciaio dovranno avere una durabilità, intesa come durata dell'efficacia di una verniciatura protettiva fino al primo intervento importante di manutenzione, "alta" (durata superiore a 15 anni) ai sensi di quanto indicato nella norma UNI EN ISO 12944-1. I cicli di verniciatura per la protezione di strutture zincate a caldo e quelli per apparecchi d'appoggio dovranno invece avere almeno una durabilità "media" (durata compresa tra 5 e 15 anni).

Per tutti i cicli di verniciatura è previsto un limite superiore del numero di mani, pari a 3.

I prodotti vernicianti dovranno provenire da PRODUTTORE in possesso delle certificazioni UNI-EN ISO 9001 e UNI EN ISO 14001.

Le prove e i controlli dovranno essere svolte alla presenza di un ispettore della DIREZIONE LAVORI, presso laboratori accreditati in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 (per le singole tipologie di prove da effettuare) da Organismi autorizzati dallo Stato a svolgere attività di accreditamento. L'interpretazione degli esiti delle prove potrà essere effettuata, laddove la DIREZIONE LAVORI lo ritenga opportuno, da un ispettore qualificato appositamente individuato.

#### *Condizioni di fornitura*

I prodotti vernicianti dovranno essere forniti in condizioni tali da essere pronti per l'impiego seguendo le modalità di applicazione specificate nelle relative schede tecniche.

Per ciascuna fornitura l'ESECUTORE dovrà consegnare alla DIREZIONE LAVORI, unitamente alla bolla di consegna, la dichiarazione del PRODUTTORE attestante la conformità della pittura a quella corrispondente omologata.

#### *Modalità di stoccaggio*

Se non diversamente specificato nelle istruzioni del PRODUTTORE o nelle specifiche dei lavori, i prodotti vernicianti dovranno essere immagazzinati, in ambienti chiusi o quantomeno coperti, a temperature comprese tra +5°C e +30°C. Particolare attenzione dovrà essere rivolta ai prodotti a base d'acqua che il gelo può rendere inutilizzabili.

I prodotti vernicianti stoccati in luoghi freddi dovranno essere posti, 24 ore prima del loro utilizzo, in un locale con temperatura di almeno 15°C, onde evitare che vengano utilizzati con viscosità inadeguata e con tempi di reticolazione eccessivamente lunghi.

I prodotti dovranno essere conservati nei contenitori originali sigillati fino al momento dell'impiego ed essere accessibili ai rappresentanti della DIREZIONE LAVORI per gli opportuni controlli.

#### *Preparazione delle superfici*

Il profilo superficiale dei substrati influenza l'adesione del rivestimento, pertanto sarà necessario preparare adeguatamente le superfici da verniciare, garantendo una rugosità

superficiale riconducibile ad un profilo “medio G” per le strutture nuove oppure “medio S” per le esistenti, come definiti nella norma UNI EN ISO 8503.

Prima di procedere alla preparazione delle superfici, si dovrà eliminare: olio, grasso, sali, impurezze e altri contaminanti con metodi appropriati (vedi appendici A e C all'UNI EN ISO 12944-4).

Di seguito si riportano le diverse preparazioni superficiali per ciascuna tipologia e condizione del substrato.

Per le strutture metalliche nuove la preparazione superficiale consiste nella rimozione della ruggine e della calamina mediante sabbatura con abrasivo sintetico o metallico di adeguata granulometria, privo di silice libera, sino al raggiungimento del grado Sa 2½ (metallo quasi bianco) ai sensi della norma UNI EN ISO 8501. Dovranno essere eliminati, preliminarmente con molatura, tutte le eventuali incisioni presenti sia sulle superfici degli elementi che sui bordi, provocate dall'ossidazione.

### *Controlli*

Non potrà procedersi alle operazioni di verniciatura in assenza della verifica di conformità dei prodotti vernicianti con quelli omologati. A tale scopo, l'ESECUTORE ha l'obbligo di approvvigionare tempestivamente tutti i prodotti per la verniciatura, in modo da consentire al DIREZIONE LAVORI il prelievo di due campioni di ciascun prodotto (ai sensi della norma UNI EN ISO 1512) per la suddetta verifica di conformità. Tali prove dovranno effettuarsi presso un laboratorio, da individuare in base alle indicazioni fornite al paragrafo delle prescrizioni generali, a cura e spese dello stesso ESECUTORE.

Il DIREZIONE LAVORI apporrà su ogni barattolo, contenente la pittura o il relativo catalizzatore, il nome, il codice e il lotto di fornitura del prodotto. Tali informazioni dovranno essere riportate anche sulla lettera di accompagnamento, redatta dall'ESECUTORE, per l'invio dei campioni.

Sul campione prelevato si dovrà effettuare:

- analisi qualitativa attraverso spettrofotometria infrarossa, con la quale avere informazioni qualitative sui gruppi funzionali presenti nelle molecole che formano il campione e quindi, indirettamente, sulle molecole stesse. L'analisi dovrà essere effettuata di regola sul prodotto base e sul catalizzatore. La DIREZIONE LAVORI si riserva la possibilità di effettuarla anche sul prodotto catalizzato.
- Analisi quantitativa al fine di determinare la composizione del prodotto, secondo quanto indicato nella parte 2 della scheda di identificazione allegata al presente documento (allegato 1).

Lo spettro infrarosso ottenuto dal campione prelevato dovrà essere corrispondente in termini di posizione, intensità e forma della banda di assorbimento a quello depositato presso DIREZIONE LAVORI in fase di omologazione. Relativamente alle determinazioni quantitative, non saranno ammessi scostamenti maggiori del 5% tra i dati ottenuti dal campione prelevato e quelli depositati presso la DIREZIONE LAVORI in fase di omologazione.

La composizione del prodotto verniciante, salvo ulteriori più severe prescrizioni, dovrà comunque essere esente da ammine aromatiche, da metalli pesanti (sono ammesse lievi impurezze non superiori allo 0.05%) e da cianuri. In particolare, dovranno risultare assenti:

ossidi e sali di piombo e di cromo, solventi clorurati e benzene (legge n° 245 del 5.3.63). Per i carbonati è ammessa la presenza di tracce come impurezza (< 3% sulla pittura).

Si fa presente che al fine di produrre risultati analitici accettabili le campionature di vernici dovranno essere analizzate entro un tempo massimo di 6 mesi dall'invio al laboratorio e comunque entro la data di scadenza apposta sul barattolo.

Oltre ai controlli preventivi sui materiali descritti in precedenza, la DIREZIONE LAVORI potranno effettuare a proprio insindacabile giudizio i seguenti controlli su ogni fase dei lavori di verniciatura, in particolare:

Prima dell'applicazione

- accertamento, mediante una lunga spatola, che il prodotto verniciante nel contenitore si presenti privo di alterazioni irreversibili quali gelatinizzazione della massa, sedimenti duri indisperdibili, getti di resina o grumetti di pigmento non disperdibili, pelle superficiale;
- accertamento visivo della corretta preparazione della superficie da trattare;
- verifica della rispondenza dei mezzi e delle apparecchiature alle prescrizioni delle schede tecniche; Sul film essiccato
- accertamento visivo dell'assenza di colature, festonature, bolle, raggrinzimenti, macchie, disuniformità di tinta o di brillantezza;
- controllo dello spessore delle singole mani e totale, secondo UNI EN ISO 2808;
- controllo dell'aderenza effettuato mediante quadrettatura secondo UNI ISO 2409 o mediante strappo secondo UNI EN 4624.

Il numero dei controlli sarà effettuato a discrezione della DIREZIONE LAVORI in relazione all'entità del lavoro ed all'esito dei primi accertamenti.

#### *Applicazione dei prodotti*

I prodotti vernicianti dovranno essere impiegati solamente previa autorizzazione della DIREZIONE LAVORI a seguito dell'esito positivo delle prove di cui al paragrafo precedente.

Al momento dell'apertura del contenitore, il prodotto verniciante dovrà presentarsi senza difetti, degradamenti di sorta, quali sedimentazione irreversibile del pigmento, formazione di pelli, impolmonimento, gelatinizzazione, addensamento, presenza di mucillagine etc. E' comunque sempre indispensabile omogeneizzare la massa, preferibilmente con agitatori meccanici, e poi procedere alla filtrazione con apposite reti per allontanare qualsiasi eventuale grumo. Nel caso di pitture a due componenti si dovranno omogeneizzare separatamente base ed induritore e mescolarli successivamente fra loro, tassativamente nelle proporzioni indicate dal fornitore.

La diluizione è consentita solo se prescritta dal colorificio: in tal caso dovrà essere effettuata esclusivamente con i diluenti prescritti, nella percentuale e con le modalità indicate dallo stesso e comunque sempre in modo tale da ottenere, per ogni singola mano, gli spessori richiesti a film secco.

Per assicurare la protezione richiesta alla verniciatura, le condizioni ambientali del sito dovranno essere controllate per verificare la loro conformità ai requisiti forniti dalla scheda tecnica del PRODUTTORE per quel particolare prodotto verniciante.

Durante i lavori di verniciatura si dovrà prestare attenzione che non vi siano influenze esterne che possano provocare una riduzione della qualità del film protettivo. I lavori di verniciatura dovranno essere effettuati in una zona separata da quella adibita a lavori di altro tipo (sabbatura, saldatura, etc...). Se durante l'applicazione sopravvengono condizioni atmosferiche avverse, occorre sospendere i lavori e proteggere quanto meglio è possibile le zone verniciate di fresco.

Le temperature minime e massime ammissibili della superficie da verniciare e dell'aria circostante dovranno essere conformi a quelle specificate nella scheda tecnica del PRODUTTORE.

Fatto salvo quanto detto, in ogni caso non potranno effettuarsi i lavori in condizioni diverse da quelle sotto elencate:

- temperatura dell'aria e delle superfici da verniciare comprese tra +5° C e +35° C;
- umidità relativa non superiore all'80%;
- assenza di vento con particelle o polveri in sospensione, di fumi o di vapori aggressivi. Inoltre:
- le superfici devono essere completamente asciutte,
- la verniciatura deve essere programmata in modo che polvere, intemperie, condensa ed altri contaminanti non cadano sulle superfici appena verniciate.

L'applicazione delle pitture dovrà essere eseguita da personale specializzato con mezzi adeguati alla tipologia di lavoro da eseguire e secondo le prescrizioni del PRODUTTORE e nel rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza fornite nelle schede tecniche e definite dal DIREZIONE LAVORI; la prima mano dovrà essere applicata non oltre 12 ore dall'ultimazione dell'operazione di preparazione e/o pulitura per evitare fenomeni di flash rust.

Ciascuna mano dovrà essere applicata con lo spessore per essa indicato nel ciclo omologato e pertanto l'operatore dovrà disporre di spessimetri ad umido per verificare la corretta applicazione.

L'applicazione non dovrà dar luogo a colature e sgocciolamenti, che dovranno eventualmente essere tempestivamente eliminati a film ancora bagnato.

Ciascuna mano dovrà essere essiccata prima di applicare la mano successiva; i tempi di sovrapplicazione sono quelli riportati nelle schede tecniche relative.

Dopo l'applicazione dell'ultimo strato di finitura il supporto deve presentarsi completamente ricoperto, di tonalità omogenea e di aspetto uniforme.

Per i cicli su strutture nuove la prima mano di fondo sarà applicata in officina e le successive mani, a completamento del ciclo, in cantiere una volta completato il montaggio.

Dopo l'applicazione della mano di fondo, sarà possibile immagazzinare in officina le nuove strutture per un periodo massimo di sei mesi, dopo il quale, qualora non sia ancora possibile procedere con il montaggio in opera e con l'applicazione delle mani residue, si dovrà procedere ad una nuova applicazione della mano di fondo, previa preparazione superficiale.

### *Colore*

Il colore di ciascuna mano del ciclo di verniciatura deve essere tale da distinguersi dal precedente e dovrà corrispondere a quello indicato dalla DIREZIONE LAVORI.

### *Ritocchi*

Durante il montaggio dovranno essere tempestivamente eseguiti i ritocchi necessari per ripristinare tutte le parti verniciate, danneggiate da saldature, escoriazioni o altro.

Di norma i ritocchi saranno eseguiti preparando la superficie mediante spazzolatura fino al grado ST 3 secondo la norma UNI EN ISO 8501. I prodotti da impiegare per i ritocchi saranno gli stessi del ciclo applicato sia nel numero delle mani che negli spessori; eventuali modalità diverse dovranno essere sottoposte al preventivo benestare della DIREZIONE LAVORI.

L'esecuzione dei ritocchi, sia in fase di preparazione della superficie che in fase di pitturazione, non dovrà causare alcun danno alle superfici limitrofe; i ritocchi vanno estesi in modo tale da eliminare qualsiasi traccia di corrosione sotto pellicolare.

### *Garanzia*

L'ESECUTORE, per la durata indicata nel contratto e comunque per un periodo non inferiore a cinque anni, è tenuto a garantire che sia i materiali sia l'applicazione siano esenti da vizi, difetti o difformità. Per tutelare tale garanzia, la DIREZIONE LAVORI potrà chiedere all'appaltatore una polizza assicurativa indennitaria a copertura della garanzia richiesta.

La durata della garanzia, in accordo con le Condizioni Generali di Contratto, decorre dall'emissione del certificato di regolare esecuzione.

Durante detto periodo di garanzia l'ESECUTORE sarà tenuto a riparare o a rifare, a propria cura e spese, quelle parti che risultassero non eseguite a perfetta regola d'arte o difettose per inadeguatezza di preparazione delle superfici, di applicazione delle pitture o insufficiente resistenza di queste agli agenti atmosferici, mostrando difetti quali distacchi, screpolature, scagliature, colature, insaccature o affioramenti di ruggine.

Al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera, se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia superano il 20% della superficie totale, l'ESECUTORE sarà tenuto ad eseguire, a propria cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura.

## 6. Sezione 6 – Ponti

### 6.1 Generalità

La presente sezione riguarda le prescrizioni riguardanti i ponti stradali, con riferimento sia alle sottostrutture che all'impalcato a struttura mista acciaio-calcestruzzo. Per quanto riguarda i componenti non contenuti in questo capitolo si fa riferimento alle indicazioni contenute nei capitoli afferenti (pali di fondazione, opere in c.a., opere in acciaio).

### 6.2 Normativa di riferimento

#### 6.2.1 Generali

- Legge 5/11/1971, n.1086 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso e a struttura metallica;
- D.P.R. n. 380/2001 – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- D.M. Infrastrutture del 14/01/2008 – Nuove Norme tecniche per le costruzioni;
- Circolare esplicativa del 2 febbraio 2009, n. 617/C.S.LL.PP. - Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni»

#### 6.2.2 Membrane impermeabili

- UNI EN ISO 527:2012 - Materie plastiche - Determinazione delle proprietà a trazione - Parte 2: Condizioni di prova per materie plastiche per stampaggio ed estrusione;
- UNI ISO 815:2005 - Gomma vulcanizzata o termoplastica - Determinazione della deformazione residua a compressione;
- UNI EN ISO 868:2005 - Materie plastiche ed ebanite - Determinazione della durezza per penetrazione di un durometro (durezza Shore);
- UNI EN 1107:2002 - Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture - Determinazione della stabilità dimensionale;
- UNI EN 1109:2002 - Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture - Determinazione della flessibilità a freddo;
- UNI EN 1110:2011 - Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture - Determinazione dello scorrimento a caldo;
- UNI EN ISO 1183-1:2013 - Materie plastiche - Metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari - Parte 1: Metodo ad immersione, metodo del picnometro in mezzo liquido e metodo per titolazione;
- UNI EN 1296:2002 - Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose, di materiale plastico e gomma per impermeabilizzazione di coperture - Metodo di invecchiamento artificiale tramite esposizione a lungo termine ad elevate temperature;

- UNI EN ISO 1431:2013 - Gomma vulcanizzata o termoplastica - Resistenza al deterioramento in ozono - Parte 1: Prova in condizioni di deformazione statiche e dinamiche;
- UNI EN ISO 1461:2000 - Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova;
- UNI EN ISO 1542:2000 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo -Metodi di prova - Misurazione dell'aderenza per trazione diretta;
- UNI EN 1848-1:2002 - Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Determinazione della lunghezza, della larghezza e della rettilineità - Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture;
- UNI EN 1849-1:2002 - Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Determinazione dello spessore e della massa areica - Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture;
- UNI EN 1297:2005 - Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane di bitume, plastica e gomma per l'impermeabilizzazione di coperture - Metodo di invecchiamento artificiale tramite esposizione combinata di lunga durata alle radiazioni UV, alla temperatura elevata e all'acqua;
- UNI EN 1928:2002 - Membrane flessibili per impermeabilizzazione Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture: determinazione della tenuta d'acqua;
- UNI ISO 4288: - Prove sulle materie plastiche. Determinazione della resistività elettrica superficiale e volumica;
- UNI ISO 4649:2011-Gomma, vulcanizzata o termoplastica - Determinazione della resistenza all'abrasione mediante dispositivo a tamburo cilindrico rotante;
- UNI EN ISO 4892:2013 - Materie plastiche - Metodi di esposizione a sorgenti di luce di laboratorio - Parte 2: Lampade ad arco allo xeno;
- UNI EN ISO 10559:1996 - Prodotti vernicianti. Determinazione della resistenza all'abrasione con l'apparecchio "TABER";
- UNI EN 12310-1:2001- Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Determinazione della resistenza alla lacerazione - Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture;
- UNI EN ISO 12310-2:2002 - Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione della resistenza alla lacerazione - Membrane di materiale plastico e gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture;
- UNI EN 12311-1:2002 - Membrane flessibili per impermeabilizzazione – membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione delle proprietà a trazione;
- UNI EN ISO 12691:2006 - Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture -
- Determinazione della resistenza all'urto;

- UNI EN 12730:2002 - Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose, di
- materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture - Determinazione della resistenza al carico statico;
- UNI EN 13416:2003 - Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture – Regole per il campionamento;
- UNI EN 13596:2005 - Determinazione della resistenza dell'aderenza;
- UNI EN 13653:2005 - Membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di impalcati di ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo soggette a traffico – Determinazione della resistenza al taglio;
- UNI EN 14223:2005 - Membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di impalcati di ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo soggette a traffico – Determinazione dell'assorbimento d'acqua;
- UNI EN 14695:2010 - Membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di impalcati di ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo soggette a traffico.

### **6.2.3 Dispositivi di vincolo**

- UNI EN ISO 286-2 - Specifiche geometriche dei prodotti (GPS) - Sistema di codifica ISO per tolleranze di dimensioni lineari - Prospetti delle classi di tolleranza normalizzate e degli scostamenti limite di fori e alberi.
- UNI EN ISO 291: 2008 - Materie plastiche - Atmosfere normali di condizionamento e di prova
- UNI EN ISO 527-1:2012 - Materie plastiche - Determinazione delle proprietà a trazione - Principi generali
- UNI EN ISO 527-3:1997 - Materie plastiche. Determinazione delle caratteristiche a trazione. Condizioni di prova per film a lastre.
- UNI EN 573-3: 2013 - Alluminio e leghe di alluminio - Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati - Parte 3: Composizione chimica e forma dei prodotti
- UNI EN 485-2:2013 - Alluminio e leghe di alluminio - Lamiere, nastri e piastre - Parte 2: Caratteristiche meccaniche
- UNI EN 586-1:1996 - Alluminio e leghe di alluminio. Fucinati. Caratteristiche meccaniche ed altre caratteristiche richieste.
- UNI EN 755-2:2013 - Alluminio e leghe di alluminio - Barre, tubi e profilati estrusi - Parte 2: Caratteristiche meccaniche
- UNI EN ISO 898-1: 2013 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio Viti e viti prigioniere con classi di resistenza specificate - Filettature a passo grosso e a passo fine
- UNI EN ISO 898-2: 2012 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio al carbonio e acciaio legato - Parte 2: Dadi con classi di resistenza specificate - Filettatura a passo grosso e filettatura a passo fine.

- UNI EN ISO 1183-1:2013 - Materie plastiche - Metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari - Parte 1: Metodo ad immersione, metodo del picnometro in mezzo liquido e metodo per titolazione
- UNI EN 1337-2: 2005 – Appoggi strutturali – Elementi di scorrimento.
- UNI EN 1337-3: 2005 – Appoggi strutturali – Appoggi elastomerici.
- UNI EN 1337-5:2005 – Appoggi strutturali – Appoggi a disco elastomerico.
- UNI EN 1369: 20112 - Fonderia - Prova mediante polveri magnetiche.
- UNI EN ISO 1461: 2009 - Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova.
- UNI EN 1559-2: 2014 - Fonderia - Condizioni tecniche di fornitura - Requisiti addizionali per getti di acciaio.
- UNI EN 1928:2002 - Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture - Determinazione della tenuta all'acqua
- UNI EN ISO 2039-1: 2006 - Materie plastiche - Determinazione della durezza - Metodo di penetrazione con sfera
- UNI EN ISO 4287: 2009 – Specifiche geometriche dei prodotti (GPS) - Stato della superficie: Metodo del profilo - Termini, definizioni e parametri dello stato della superficie
- UNI EN ISO 4527: 2006 - Rivestimenti metallici - Rivestimenti (chimici) autocatalitici di lega nichel- fosforo - Requisiti e metodi di prova.
- UNI EN ISO 4759: 2003 - Tolleranze per elementi di collegamento - Rondelle piane per viti e dadi - Categorie A e C.
- UNI EN ISO 6892-1: 2009 - Materiali metallici - Prova di trazione - Metodo di prova a temperatura ambiente.
- UNI EN ISO 8062-3: 2009 - Specifiche geometriche dei prodotti (GPS) – Tolleranze dimensionali e geometriche dei pezzi ottenuti da fusione - Parte 3: Tolleranze dimensionali e geometriche generali e sovrametalli di lavorazione dei getti
- UNI EN 10088 – 2: 2014 Acciai inossidabili - Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere, dei fogli e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali.
- UNI EN 10021: 2007 - Condizioni tecniche generali di fornitura dei prodotti di acciaio.
- UNI EN 10025-1:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura.
- UNI EN 10025-2: 2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali.
- UNI EN 10029: 2011 - Lamiere di acciaio laminate a caldo di spessore maggiore o uguale a 3 mm - Tolleranze sulle dimensioni e sulla forma.
- UNI EN 10088 – 1: 2014 - Acciai inossidabili - Lista degli acciai inossidabili.

- UNI EN 10088 – 3: 2014 - Acciai inossidabili - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura dei semilavorati, barre, vergella, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali.
- UNI EN 10160: 2001 - Controllo con ultrasuoni di prodotti piani di acciaio con spessore maggiore o uguale a 6 mm (metodo per riflessione).
- UNI EN 10163 -1: 2005 - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo - Parte 1: Requisiti generali.
- UNI EN 10163 -2: 2005 - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo - Lamiere e larghi piatti.
- UNI EN 10163 -3: 2005 - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo – Profilati.
- UNI EN 10250-2: 2001 - Prodotti fucinati di acciaio per impieghi generali - Acciai non legati di qualità e acciai speciali.
- UNI EN 10293: 2015 - Getti di acciaio - Getti di acciaio per impieghi tecnici generali
- UNI EN 12680-1: 2005 - Fonderia - Controllo mediante ultrasuoni - Getti di acciaio per impieghi generali
- UNI EN ISO 23277: 2015 - Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante liquidi penetranti - Livelli di accettabilità
- ISO 2176: 1995 - Petroleum products -- Lubricating grease -- Determination of dropping point.
- ISO 3016: 1994 - Petroleum products -- Determination of pour point.
- ISO 37: 2011 - Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of tensile stress-strain.
- ISO 34-1: 2015 – Rubber, vulcanized or thermoplastic – determination of tear strength – trouser, angle and crescent test pieces.
- ISO 815: 2014 - Rubber, vulcanized or thermoplastic – determination of compression set
- ISO 868: 2003 - Plastics and ebonite -- Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness).
- ISO 2137: 2007 Produits pétroliers et lubrifiants -- Détermination de la pénétrabilité au cône des graisses lubrifiantes et des pétrolatums.
- ISO 48: 2010 - Rubber, vulcanized or thermoplastic -- Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD).
- ISO 188: 2011 - Rubber, vulcanized or thermoplastic -- Accelerated ageing and heat resistance tests.
- ISO 1431-1: 2004 Rubber, vulcanized or thermoplastic -- Resistance to ozone cracking – Static and dynamic strain testing.
- UNI ISO 812: 2012 - Rubber, vulcanized or thermoplastic -- Determination of low temperature brittleness.
- ISO 4650: 2007 Gomma identificazione – metodi spettrometrici nell'infrarosso.

- UNI 8309: 1981 - Prodotti vernicianti. Determinazione della perdita di massa in stufa a 110 C e del residuo in muffola a 450 C dei rivestimenti plastici.
- UNI ISO 3651-2: 2000 - Determinazione della resistenza alla corrosione intergranulare degli acciai inossidabili - Acciai inossidabili ferritici, austenitici ed austenitico-ferritici (duplex) – Prova di corrosione in ambienti contenenti acido solforico.
- UNI ISO 4661: 1990 - Elastomeri: Prove su vulcanizzati. Preparazione di campioni e di provini. Prove chimiche.
- UNI ISO 23529: 2011 - Gomma - Procedure generali per la preparazione e il condizionamento dei provini per prove fisiche
- UNI 9376: 1989 - Prodotti vernicianti. Determinazione della percentuale di legante, pigmento e riempitivi.
- UNI 5405: 1964 - Elastomeri: prove su vulcanizzati. Determinazione dell'attacco ottenuto in vulcanizzazione fra elastomero e metallo (provetta piana).
- ASTM D 792: 2008 - Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement.

### 6.3 Documentazione tecnica

- ISO 9001 – Sistemi di gestione per la qualità;
- ISO 14001 – Sistemi di Gestione Ambientale;
- Istruzione CNR 10011 - Costruzioni in acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo
- e la manutenzione;
- Istruzione CNR 10016 - Strutture composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni;
- Istruzione CNR 10018 - Apparecchi d'appoggio per le costruzioni. Istruzioni per l'impiego.
- CNR – B.U. n. 27 - Metodo di prove per la misura equivalente in sabbia.
- CNR – B.U. 30 - Determinazione della stabilità e dello scorrimento di miscele di bitume e inerti lapidei a mezzo dell'apparecchio Marshall.
- CNR – B.U. 39 - Determinazione della porosità o percentuale dei vuoti di miscele di aggregati lapidei con bitume o catrame.
- CNR – B.U. 68 - Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - caratteristiche per l'accettazione.

### 6.4 Documenti di varo

Fermo restando quanto indicato dagli elaborati di progetto, sarà cura dell'ESECUTORE procedere, in fase di redazione degli elaborati di dettaglio, allo studio del piano di varo delle strutture costituenti ponti e viadotti, in funzione delle attrezzature impiegate. Le sollecitazioni transitorie gravanti sui manufatti durante le diverse fasi di montaggio dovranno essere compatibili con le caratteristiche statiche degli elementi strutturali definitivi e transitori impegnati.

Tali elaborati di varo, completi di calcoli e verifiche, ferma restando l'esclusiva e totale responsabilità dell'ESECUTORE, dovranno essere preventivamente trasmessi alla DIREZIONE LAVORI per l'approvazione.

### 6.5 Prove

Sarà cura dell'ESECUTORE eseguire o far eseguire tutte le prove e i controlli di legge nonché quelli previsti dalle specifiche ferroviarie, così come quelli aggiuntivi che la DIREZIONE LAVORI ritenessero necessarie ad assicurare la rispondenza del lavoro eseguito alle specifiche e agli standard qualitativi prefissati. Le prove sui materiali da costruzione dovranno essere effettuate presso laboratori ufficiali autorizzati ai sensi dell'art. 59 del DPR 380/2001.

### 6.6 Impalcati a struttura mista acciaio – calcestruzzo

Per quanto riguarda gli impalcati a struttura mista acciaio-calcestruzzo, valgono le indicazioni del presente documento contenute nelle sezioni relative alle opere in calcestruzzo armato e alle opere in acciaio.

Inoltre, si rimanda a quanto indicato in:

- D.M. Infrastrutture del 14/01/2008 – Nuove Norme tecniche per le costruzioni;
- Circolare esplicativa del 2 febbraio 2009, n. 617/C.S.LL.PP. - Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni”

Nella costruzione delle strutture metalliche, per la qualità e le caratteristiche dei materiali ferrosi da impiegare, per il controllo degli stessi e per il controllo delle lavorazioni d'officina e per il montaggio in opera, si richiama l'osservanza della sezione del presente Capitolato relativa alle opere in acciaio.

La stessa sezione è richiamata per quanto riguarda le saldature per la realizzazione delle strutture metalliche.

Per quanto riguarda la messa in opera delle impermeabilizzazioni e dei rivestimenti delle strutture in calcestruzzo armato, quali spalle, pile e cordoli di impalcato, si rimanda alla sezione 7 del presente Capitolato.

### 6.7 Isolatori sismici

Secondo le indicazioni contenute negli elaborati di progetto, si prevede di utilizzare, quale collegamento tra sottostrutture e impalcato a sistema misto acciaio-calcestruzzo, dispositivi antisismici costituiti da isolatori a scorrimento a doppia superficie curva.

Essi sono caratterizzati da:

- Due superfici di scorrimento concave con lo stesso raggio di curvatura per consentire sia lo spostamento orizzontale che la rotazione (che si trasforma in spostamento orizzontale);
- Utilizzo di uno speciale materiale termoplastico accoppiato ad acciaio inossidabile per il controllo dell'attrito, sia nelle superfici di scorrimento primario che in quella secondaria
- I materiali utilizzati per permettere lo scorrimento degli isolatori dovranno garantire un comportamento ottimale in termini di capacità portante, coefficiente di attrito e conseguente dissipazione di energia, stabilità del ciclo isteretico forza-spostamento sia con la temperatura che con i cicli ripetuti, durabilità e resistenza all'usura.

I dispositivi adottati, secondo quanto contenuto negli elaborati di progetto, saranno della tipologia a basso attrito.

I dispositivi dovranno prevedere tutte le certificazioni e conformità alle normative italiane ed europee richiamate in precedenza, in particolare alla:

- UNI EN 15129:2009 Dispositivi antisismici

L'accettazione dei dispositivi prima della posa in opera dovrà essere effettuata dalla DIREZIONE LAVORI.

L'ESECUTORE dovrà approvvigionare e porre in opera i dispositivi osservando tutte le caratteristiche progettuali prescritte per gli stessi e osservare tutte disposizioni riguardanti la posa in opera ed eventuali prove richieste dalla DIREZIONE LAVORI.

## 6.8 Giunti di dilatazione

A seconda della luce degli elementi strutturali soggetti a dilatazione, verranno impiegati particolari dispositivi intesi ad assicurare la protezione dei giunti all'uopo predisposti e tali da garantire la perfetta impermeabilità della struttura ed impedire il passaggio delle acque al di sotto della soletta. I giunti saranno attrezzati in maniera tale da impedire il libero scolo delle acque sulla sottostruttura, bensì il convogliamento delle acque lontano dalla struttura nelle sedi opportune.

L'ESECUTORE sarà tenuto a fornire i dati tecnici occorrenti per determinare le caratteristiche del giunto in conformità con i requisiti prestazionali indicati in progetto.

L'ESECUTORE dovrà tener conto, nei propri programmi di lavori, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e montaggio degli apparecchi di giunto oltre che per tutte le predisposizioni sopraindicate.

La DIREZIONE LAVORI autorizzerà la posa in opera dei dispositivi solo dopo aver completato con esito positivo le prove di accettazione.

L'esame e la verifica, da parte della DIREZIONE LAVORI, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari, non esonerano in alcun modo l'ESECUTORE dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla DIREZIONE LAVORI, l'ESECUTORE rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi. Nella fattispecie si farà riferimento ai giunti di dilatazione riportati nel seguente elenco riassuntivo.

### **6.8.1 Giunto di dilatazione in gomma armata per scorrimento longitudinale 400mm (±200mm)**

I giunti di dilatazione ed impermeabilità saranno costituiti da moduli in gomma armata a norme CNR 10018/85, realizzati mediante due piastre unite per vulcanizzazione ad un coprivarco in gomma di tenuta e smaltimento acque superficiali.

Il sistema di ancoraggio meccanico sarà realizzato mediante tasselli di acciaio ad espansione o anche multidirezionali e tirafondi o barre filettate, così come indicato negli elaborati progettuali e/o dalla DIREZIONE LAVORI.

Il giunto sarà costituito da:

- Moduli in gomma armata, realizzati mediante una piastra ponte centrale e due elementi laterali a soffietto dotati di barra antisollevamento, liberi di muoversi su barre in acciaio inox, assemblati in opera;
- Sistema di ancoraggio meccanico con barre filettate o, in alternativa, zanche multidirezionali e tirafondi, a seconda delle esigenze di cantiere;
- Scossalina di raccolta acque in acciaio inox;
- Profilo a “L” in acciaio inox per drenaggio acque di sottopavimentazione;
- Massetti di malta epossidica di raccordo fra gli elementi di giunto e la pavimentazione bituminosa.

Questa tipologia di giunto, prevista in corrispondenza delle spalle dei due impalcati (sovrappasso di ingresso e sovrappasso di uscita) dovrà avere caratteristiche tali da consentire:

- Scorrimento longitudinale complessivo pari a 400 mm ( $\pm 200$  mm);
- Scorrimento trasversale complessivo pari a 500 mm ( $\pm 250$  mm)

L'ESECUTORE sottoporrà alla DIREZIONE LAVORI i dispositivi prima della posa in opera e si atterrà alle indicazioni contenute nel progetto e quelle ritenute necessarie dalla DIREZIONE LAVORI.



## 7. Sezione 7 - Protezione e impermeabilizzazione manufatti in calcestruzzo

### 7.1 Generalità

Ove gli elaborati di progetto lo prevedano e/o quando la DIREZIONE LAVORI lo ritenga opportuno, l'impermeabilizzazione e la protezione dell'estradosso di manufatti in conglomerato cementizio di ponti e viadotti con relative sottostrutture sarà effettuata mediante:

- cappa in mastice di sfalto sintetico per l'impermeabilizzazione dell'estradosso della soletta in c.a. degli impalcati in sistema misto;
- vernice protettiva traspirante a base di resine acriliche per il rivestimento delle superfici esposte di spalle, pile e cordoli degli impalcati in sistema misto.

Gli strati impermeabilizzanti, oltre che possedere permeabilità all'acqua praticamente nulla, devono essere progettati ed eseguiti in modo da avere:

- elevata resistenza meccanica, specie alla perforazione in relazione sia al traffico di cantiere che alle lavorazioni che seguiranno alla stesa dello strato impermeabilizzante;
- deformabilità, nel senso che il materiale dovrà seguire le deformazioni della struttura senza fessurarsi o distaccarsi dal supporto, mantenendo praticamente inalterate tutte le caratteristiche di impermeabilità e di resistenza meccanica;
- resistenza chimica alle sostanze che possono trovarsi in soluzione o sospensione nell'acqua di permeazione. In particolare dovrà tenersi conto della presenza in soluzione dei cloruri impiegati per uso antigelo;
- durabilità, nel senso che il materiale impermeabilizzante dovrà conservare le sue proprietà per una durata non inferiore a quella della pavimentazione, tenuto conto dell'eventuale effetto di fatica per la ripetizione dei carichi;
- compatibilità ed adesività sia nei riguardi dei materiali sottostanti sia di quelli sovrastanti (pavimentazione);
- altre caratteristiche che si richiedono sono quelle della facilità di posa in opera nelle più svariate condizioni climatiche e della possibilità di un'agevole riparazione locale.

Le suaccennate caratteristiche dell'impermeabilizzazione devono conservarsi inalterate:

- tra le temperature di esercizio che possono verificarsi nelle zone in cui il manufatto ricade e sempre, comunque, tra le temperature di  $-10^{\circ}$  e  $+60^{\circ}$  C;
- sotto l'azione degli sbalzi termici e sforzi meccanici che si possono verificare all'atto della stesa delle pavimentazioni o di altri strati superiori.
- Strutture sovrastanti strati impermeabili dovranno essere eseguite dopo il perfetto consolidamento degli strati stessi.

L'esecuzione delle impermeabilizzazioni di qualsiasi genere dovrà essere eseguita con la massima accuratezza, specialmente in prossimità di fori, passaggi, canne, ecc.; il convogliamento di acque meteoriche ai pluviali sarà assicurato mediante idonei pezzi speciali fissati a livello della soletta in calcestruzzo mediante l'impiego di stucchi epossidici al manto impermeabile e muniti di griglia parafoglie. L'impermeabilizzazione dovrà interessare anche le zone dei bocchettoni di scarico delle acque superficiali, ricoprendoli nell'area dei risvolti.

Eventuali perdite che si manifestassero, sino a collaudo eseguito, dovranno essere sanate ed eliminate dal Appaltatore, a suo totale carico, compreso ogni lavoro di ripristino delle eventuali sovrastrutture.

Particolare cura dovrà essere posta nella preparazione delle superfici da impermeabilizzare; dovranno avere adeguate pendenze per un regolare sgrondo delle acque e presentarsi sane, regolari, perfettamente pulite, esenti da olii, grassi, polveri e prive di residui di boiaccia o di malta cementizia, asciutte e stagionate almeno 20 giorni, per assicurare una buona adesione del manto impermeabilizzante. La pulizia sarà ottenuta mediante lavaggio con getti d'acqua in pressione per l'adeguato asporto delle parti incoerenti seguito da una energica soffiatura con aria compressa.

La posa in opera di tutte le impermeabilizzazioni dovrà essere preceduta dalla preparazione della superficie, affinché il supporto sia libero da detriti ed altre irregolarità che possano arrecare danni per punzonamento al manto impermeabile, e comprenderà:

- eliminazione di eventuali asperità, dislivelli, grumi ed imperfezioni in genere mediante bocciardatura, spinta anche a fondo;
- stuccatura di eventuali lesioni o vespai;
- pulizia mediante lavaggio con acqua in pressione (almeno 50bar).

Dovranno prevedersi prove e controlli di qualità e possibili prove di efficienza.

In generale, sia gli strati impermeabilizzanti che i sistemi di protezione delle superfici in calcestruzzo dovranno rispondere ai requisiti prescritti dalle rispettive Norme di accettazione.

## 7.2 Cappa in asfalto sintetico

### 7.2.1 Materiali

L'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte verrà realizzata mediante applicazione per colata di cappa di mastice di asfalto sintetico di spessore finito non inferiore a 10 mm.

Il mastice d'asfalto dovrà avere la seguente composizione:

- Legante

dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40/50 e Trinidad Epureè in rapporto di 5 a 2 in peso. In alternativa potranno essere usati, previa approvazione della Direzione Lavori, altri bitumi naturali (quali il Selenitza) o gomme termoplastiche, del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare al DIREZIONE LAVORI per la necessaria approvazione.

Il legante sarà dosato in ragione del 15% - 19% in peso sulla miscela degli aggregati (corrispondenti al 13% - 16% in peso sulla miscela finale), compreso il bitume contenuto nel filler asfaltico.

Il bitume 40/50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra  $-0,1 < IP < +0,1$  calcolato secondo la formula:

$$IP = \frac{20 \cdot u - 500 \cdot v}{u + 50 \cdot V}$$

in cui:

$v = \log 800 - \log$  penetrazione a 298 K;

$u =$  temperatura di P. e A. in K detratti 298 K;

- Filler:

dovrà essere passante totalmente al setaccio 0,18 UNI (ASTM n 80) e per il 90% al setaccio UNI 0,075 (ASTM n 200 granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30-35% in peso sulla miscela degli aggregati.

Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela di bitume 40/50 e filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, dovrà avere un punto di rammollimento P. e A. di almeno 15 K superiore a quello del bitume puro;

- Sabbia:

dovrà essere totalmente passante al setaccio 2,5 UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata da 0,075 a 2,5 mm (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0,075 UNI), contenuta per il 65-70% in peso sulla miscela degli aggregati;

- Miscela finale:

la parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (V) compresa tra 18 e 23%.

Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre una eccedenza compresa tra il 5% ed il 7% ( $V_b - V = 5 - 7$  in cui  $V_b$  è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale).

Il mastice completo, confezionato nel rispetto delle Norme sopra esposte, dovrà avere nelle prove di laboratorio un punto di rammollimento alla prova WILHELMI (Norma DIN 1966) compreso tra 373 e 388 K.

Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa dovrà presentare valori tra 373 e 403 K.

Il Appaltatore dovrà presentare alla DIREZIONE LAVORI, prima dell'inizio dei lavori, per la necessaria approvazione, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie nonché campioni del rapporto finito e dei materiali componenti compresi i primer di attacco, in modo che su di essi possano essere effettuate preventivamente tutte le prove previste nelle presenti Norme.

Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato processo di produzione su scala reale e comunque rientranti in tutti i limiti espressi in precedenza.

La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo e uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 10 mm e max di 14 mm, da verificare mediante prelievo di campioni.

Dovrà avere una resistenza meccanica tale che, se sottoposta al transito temporaneo degli automezzi gommati di cantiere, non si verifichino schiacciamenti, fessurazioni o abrasioni sul manto.

### 7.2.2 Modalità di applicazione

Le superfici di conglomerato cementizio da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane e asciutte, esenti da oli, grassi e polvere, prive di residui di boiaccia (o di malta cementizia): prima dell'applicazione del mastice si dovrà procedere pertanto ad una accurata pulizia dell'impalcato, mediante spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.

Eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici.

Seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito, a insindacabile giudizio della DIREZIONE LAVORI da emulsione bituminosa al 50-55% o da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P.e A. 358-363 K), in opportuni solventi selettivi additivati di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo dell'evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

Le quantità da stendere saranno di 0,5-0,7 Kg/m<sup>2</sup> nel primo caso e di 0,35-0,50 Kg/m<sup>2</sup> nel secondo.

Sul primer verrà posto in opera, dopo evaporizzazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto sintetico, mediante colamento del materiale a temperatura di 473 K ( $\pm 10$  K); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con frattazzi di legno.

Per stese di una certa estensione l'applicazione può essere eseguita a macchina con finitrici particolarmente studiate ed attrezzate, sottoposte a preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La posa in opera del mastice non verrà effettuata quando a giudizio della DIREZIONE LAVORI le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 281 K.

Il mastice asphaltico dovrà essere steso, per quanto possibile, in uno strato regolare e di spessore costante.

Sulla parete interna dei cordoli dovrà essere applicata a caldo, previa mano di primer di ancoraggio, una guaina bituminosa preformata dello spessore di 4-5 mm, avente i requisiti di cui al paragrafo dedicato alle guaine bituminose preformate armate, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso non inferiore a 250 g/m<sup>2</sup>.

La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25 cm rispettivamente sulla cappa di mastice di asfalto e sul coronamento di cordolo. In corrispondenza al punto d'incontro soletta-coronamento sarà curata la sede di appoggio della guaina come da dettagli indicati nel punto successivo.

In alternativa al sistema con le guaine potrà essere usato un cordone preformato in mastice bituminoso del tipo TOK-BAND a sezione rettangolare, da far aderire con fiamma in corrispondenza al punto d'incontro soletta-coronamento e che si scioglia con il calore stesso dell'impermeabilizzazione.

I bocchettoni in corrispondenza dei fori di scarico per i pluviali dovranno essere fissati a livello della soletta in conglomerato cementizio con degli stucchi epossidici ed il mastice di asfalto dovrà giungere fino al bordo del foro, coprendo così i risvolti del bocchettone stesso.

Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei conglomerati cementizi di soletta), dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la DIREZIONE LAVORI prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso.

In ogni caso si dovrà avere cura che la temperatura dello strato bituminoso, a contatto del manto impermeabile, all'atto della stesa, sia almeno di 413 K in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.

### **7.2.3 Modalità di preparazione del mastice di asfalto sintetico**

La confezione del mastice di asfalto colato verrà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla DIREZIONE LAVORI, di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire.

Tassativamente si prescrive che il dosaggio del legante, del filler e delle sabbie deve essere fatto a peso.

Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere eseguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione:

- Procedura 1:
  - a) premiscelazione degli aggregati, compreso il filler, a temperatura di 483-503 K;
  - b) aggiunta del bitume nella corretta percentuale, anche esso portato alla temperatura di 423-433 K;
  - c) mescolazione dell'impasto per almeno 5 min;
  - d) scarico dell'impasto in una apposita caldaia (cooker) coibentata, munita di sistema di riscaldamento e di apposito agitatore;
  - e) mescolazione dell'impasto nella caldaia, per un tempo non inferiore a 30 min, alla temperatura di 473-483K onde ottenere l'intima miscela del bitume col filler.
- Procedura 2:
  - a) introduzione nella caldaia del filler e del bitume, dosati separatamente a peso, e miscelazione alla temperatura di 473 K per almeno 30 min, fino ad ottenere l'intima miscelazione del bitume col filler;
  - b) aggiunta delle sabbie preventivamente asciugate e riscaldate e mescolamento a temperatura di 473-483 K, fino ad ottenere un impasto perfettamente omogeneo ed uniforme.

La procedura da adottare sarà scelta subordinatamente alla preventiva autorizzazione della DIREZIONE LAVORI, in ambedue i metodi di confezionamento occorre che le apparecchiature di riscaldamento siano tali da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed il filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.

Qualora la confezione non venga fatta sul luogo della messa in opera, il trasporto del mastice verrà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anche esse di agitatore meccanico e apposito impianto di riscaldamento.

#### **7.2.4 Specifiche di controllo**

Prima di procedere alle operazioni di posa in opera dell' impermeabilizzazione, l' APPALTATORE dovrà presentare alla D.L. la documentazione relativa alle certificazioni delle prove di prequalifica, in accordo a quanto indicato nel presente articolo.

La documentazione dovrà essere trasmessa alla DIREZIONE LAVORI prima della messa in opera dell'impermeabilizzazione.

##### **7.2.4.1 Prove di accettazione**

Tali prove saranno effettuate in sede di prequalifica, e durante la posa in opera per ogni 1000 m<sup>2</sup> di manto realizzato con il minimo di almeno 1 prova per ogni opera d'arte o manufatto. Tali prove potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere.

##### **7.2.4.2 Controlli sulla posa in opera**

Durante le fasi di posa in opera, che avverrà secondo le indicazioni riportate nel presente articolo, si dovranno effettuare i controlli indicati nei precedenti capitoli, nonché dei controlli di seguito riportati. Gli esiti e le certificazioni di queste verifiche dovranno essere riportati in apposito registro.

##### Manti realizzati in opera

- verifica delle condizioni ambientali;
- verifica della pulizia delle superfici di applicazione;
- verifica della omogeneità di distribuzione del mastice;
- verifica delle certificazioni , di cui al corrispondente punto per i materiali impiegati;
- verifica degli spessori;
- verifica della miscela alla composizione prevista.

Al fine di verificare la corretta adesione della guaina al cls, la DIREZIONE LAVORI potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, prove di adesione eseguite sul manto impermeabile prima della formazione della pavimentazione. Le prove saranno effettuate in presenza della DIREZIONE LAVORI.

Le prove saranno eseguite in ragione di almeno una ogni 4 campate a scelta della DIREZIONE LAVORI (con un minimo di una prova per opere con meno di 4 campate).

La prova consiste nello strappo di 6 piastrine metalliche di diametro compreso tra 5,00 e 10,00cm. Le piastrine saranno incollate in punti scelti dalla DIREZIONE LAVORI ubicati su un reticolo cartesiano di lato non inferiore a 200cm. L'adesione delle piastrine al manto sarà ottenuta a mezzo di resine epossidiche, previa accurata pulizia del manto e sabbiatura della piastrina. Il manto sarà tagliato lungo la circonferenza delle piastrine dopo la presa del collante e prima dell'esecuzione della prova.

La prova avrà esito positivo se:

- ogni punto di prova avrà adesioni superiori a 0,80 kg/cm<sup>2</sup>
- il valor medio di tutte lo prove dovrà essere superiore a 1,00 kg/cm<sup>2</sup>.

In caso di fallimento della prova sarà richiesto di ripetere una seconda prova. Se anche la seconda prova risultasse non superata si procederà alla demolizione e rifacimento dell'impermeabilizzazione per la campata in esame e si ripeteranno le prove per le campate adiacenti non investigate con le stesse modalità di accettazione.

Al termine della prova le aree distaccate dovranno essere ripristinate con colata di asfalto fino all'estradosso del manto e successivamente con un rappezzo di guaina 40x40cm applicata a caldo.

Le prove e gli eventuali ripristini e demolizioni della impermeabilizzazione, nonché i ripristini della impermeabilizzazione sottoposta a test, saranno a cura ed onere dell' APPALTATORE.

### 7.3 Vernice protettiva traspirante per le superfici in calcestruzzo

#### 7.3.1 Materiali

Il materiale da applicare per il rivestimento delle superfici in calcestruzzo quali elevazioni di spalle e pile, cordoli di solette in c.a. degli impalcati a sistema misto così come indicato dagli elaborati progettuali e da specifiche richieste della DIREZIONE LAVORI sarà costituito da vernice protettiva traspirante a base di resina acrilica elastica in dispersione acquosa.

Il colore del materiale dovrà essere approvato dalla DIREZIONE LAVORI prima dell'approvvigionamento in cantiere.

La finitura dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Massa volumetrica (EN ISO 2811-1) (g/cm<sup>3</sup>) ca. 1,37
- Residuo secco (EN ISO 3251) (%) ca. 63
- Consumo (kg/m<sup>2</sup>) 0,2-0,4 (per mano)
- Resistenza all'invecchiamento accelerato tinta RAL 7032 1.000 h al Weather-Ometer (normativa ASTM G 155 ciclo 1)  $\Delta E < 2,5$

La vernice dovrà avere le caratteristiche prestazionali riportate nella tabella seguente, conformemente alla certificazione :

NORMA	PROVA	RISULTATI E
EN 1062-6	Permeabilità alla CO <sub>2</sub>	$\mu=1.272.581$ $S_D(m)=318$ Spessore secco relativo all' $S_D=0,00025$ Esito/classe: conforme ( $S_D>50$ m)
EN ISO 7783	Permeabilità al vapore acqueo	$\mu=2193$ $S_D(m)=0,5$ Spessore secco relativo all' $S_D=0,00025$ Esito/classe: I ( $S_D<5$ m)
EN 1062 - 3	Assorbimento capillare	$w [kg/(m^2h^{0,5})]=0,01$
	Permeabilità all'acqua	Esito/classe: conforme ( $w<0,1$ )
EN 1062-11 4.1	Compatibilità termica: invecchiamento: 7gg a + 70C°	Esito/classe: conforme (aderenza $\geq 0,8$ N/mm <sup>2</sup> )
EN 13687-1	Compatibilità termica: cicli di gelo-	Esito/classe: conforme (aderenza $\geq 0,8$ )

	disgelo con immersione in Sali disgelanti	N/mm <sup>2</sup> )
EN 13687-2	Compatibilità termica: cicli temporaleschi	Esito/classe: conforme (aderenza $\geq 0,8$ N/mm <sup>2</sup> )
EN 13687-3	Compatibilità termica: cicli termici senza sali disgelanti	Esito/classe: conforme (aderenza $\geq 0,8$ N/mm <sup>2</sup> )
EN 1062-7 statico	Resistenza alla fessurazione	Crack bridging ability ( $\mu\text{m}$ ). 1333 Esito/classe: A4 ( $> 1,25$ )
EN 1062-7 dinamico	Resistenza alla fessurazione	Esito/classe: B2
EN 1542	Prova di aderenza per trazione diretta	Esito/classe: conforme (aderenza $\geq 0,8$ N/mm <sup>2</sup> )
EN 13501-1	Reazione al fuoco	Euroclasse: B s1 d0
EN 1062-11:2002 4.2	Esposizione agli agenti atmosferici artificiali	Esito/classe: conforme

***CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO NORME TECNICHE***  
***OPERE D'ARTE MINORI***

**SOMMAIRE / INDICE**

1. DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE D'ARTE.....	16
1.1 Il nuovo ponte sul canale NIE .....	18
1.2 Allargamento opera esistente alla Progressiva K 24+358 .....	20
1.3 Allargamento opera esistente alla Progressiva K 24+497 .....	23
1.4 Muri di sostegno .....	26
1.5 Adeguamento tombini .....	27
1.6 Vasca antincendio Security.....	30
1.6.1 Descrizione dei sistemi di impermeabilizzazione.....	34
1.6.1.1 Impermeabilizzazione platea di base con telo bentonitico.....	34
1.6.1.2 Impermeabilizzazione parete controterra/controcassero con telo bentonitico 34	
1.6.1.3 Waterstop .....	35
1.6.1.4 Impermeabilizzazione soletta di copertura con guaina bituminosa .....	35
1.6.1.5 Posa fogli in polietilene PTFE .....	37
1.6.1.6 Impermeabilizzazione di superfici orizzontali e verticali mediante applicazione di speciale boiaccia cementizia (rivestimento cementizio) .....	38
1.6.1.7 Sigillatura fori passanti per tubazioni .....	38
2. PARTE I – QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI .....	40
2.1 Condizioni generali d'accettazione – prove di controllo .....	40
2.2 Caratteristiche dei vari materiali.....	75
3. PARTE II – NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	79
Premessa .....	79
3.1 Sondaggi e tracciati.....	80
3.2 Scavi .....	80
3.2.1 Norme generali.....	80
3.2.2 Scavi di sbancamento.....	81
3.2.3 Scavi di fondazione.....	81
3.3 Demolizioni e Rimozioni.....	82
3.3.1 Demolizione di murature e fabbricati .....	82
3.3.2 Demolizione di pavimentazione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzato con frese.....	83
3.3.3 Rimozioni.....	83
3.4 Rilevati.....	84
3.4.1 Definizione.....	84
3.4.2 Materiali per la formazione di rilevati .....	85
3.4.2.1 Provenienza dei materiali.....	85
3.4.2.2 Prove di controllo dei materiali.....	85
3.4.2.3 Autorizzazioni.....	86
3.4.3 Preparazione del piano di posa dei rilevati .....	86
3.4.3.1 Scotico, bonifica grafonature .....	86
3.4.3.2 Caratteristiche del piano di posa del rilevato e della pavimentazione autostradale in trincea.....	87
3.4.3.3 Strato di transizione (Rilevato-Terreno) .....	89
Strato granulare anticapillare.....	89
Geotessile non tessuto.....	89

3.4.4	Prove di controllo sul piano di posa.....	90
3.4.5	Formazione del rilevato .....	91
3.4.5.1	Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali.....	91
	Rilevati autostradali .....	92
	Impiego di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7 .....	92
3.4.5.2	Rilevati in "Terra Armata" .....	92
	Rilevati di precarico e riempimenti .....	93
3.4.5.3	Costruzione del rilevato .....	93
	Stesa dei materiali.....	93
	Compattazione .....	93
	Condizioni climatiche.....	94
	Rilevati di prova .....	95
	Prove di controllo ed autorizzazione .....	95
3.5	Palancole tipo Larssen .....	97
3.6	Pali di fondazione .....	97
3.6.1	Generalità.....	97
3.6.1.1	Prove tecnologiche preliminari .....	97
3.6.1.2	Preparazione del piano di lavoro.....	98
3.6.2	Micropali.....	98
3.6.2.1	Definizione, classificazione e campi di applicazione .....	98
3.6.2.2	Soggezioni geotecniche e idrogeologiche.....	98
3.6.2.3	Tolleranze geometriche.....	98
3.6.2.4	Tracciamento.....	99
3.6.2.5	Perforazione .....	99
3.6.2.6	Confezione e posa delle armature .....	99
	Armatura con barre di acciaio per c.a. ....	99
	Armature tubolari.....	100
3.6.2.7	Formazione del fusto del micropalo.....	100
	Riempimento a gravità.....	100
	Riempimento a bassa pressione.....	101
	Iniezione ripetuta ad alta pressione.....	101
	Caratteristiche delle malte e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali .....	101
3.6.2.8	Controlli .....	102
	Misure del peso specifico .....	102
3.6.2.9	Documentazione dei lavori .....	103
3.6.3	Pali trivellati di medio e grande diametro.....	104
3.6.3.1	Definizione.....	104
3.6.3.2	Soggezioni geotecniche e idrogeologiche.....	104
3.6.3.3	Tolleranze geometriche.....	104
3.6.3.4	Tracciamento.....	104
3.6.3.5	Perforazione .....	105
3.6.3.6	Armature metalliche.....	107
3.6.3.7	Formazione del fusto del palo.....	107
3.6.3.8	Documentazione dei lavori .....	109
3.6.4	Prove di controllo sui pali .....	109
3.6.4.1	Prove di carico .....	109
3.6.4.2	Controlli non distruttivi.....	110
3.7	Dreni .....	112

3.7.1	Dreni prefabbricati a nastro.....	112
3.7.1.1	Definizioni e campo di impiego.....	112
3.7.1.2	Requisiti del nastro prefabbricato.....	112
3.7.1.3	Installazione dei dreni.....	113
3.8	Tiranti di ancoraggio nei terreni.....	114
3.8.1	Definizioni e scopo.....	114
3.8.2	Prove tecnologiche preliminari.....	114
3.8.3	Soggezioni geotecniche, idrogeologiche e ambientali.....	114
3.8.4	Materiali ed elementi costruttivi.....	115
3.8.4.1	Acciai e dispositivi di bloccaggio.....	115
3.8.4.2	Miscele di iniezione: composizione e controlli.....	115
3.8.4.3	Elementi di protezione.....	117
3.8.4.4	Distanziatori, tamponi e condotti di iniezione.....	118
3.8.5	Tolleranze geometriche.....	118
3.8.6	Perforazione.....	118
3.8.7	Assemblaggio e posa delle armature.....	119
3.8.8	Connessione al terreno.....	120
3.8.8.1	Iniezione semplice.....	120
3.8.8.2	Iniezione ripetuta in pressione.....	120
3.8.9	Tesatura e collaudo.....	121
3.8.10	Protezioni anticorrosive in opera.....	122
3.8.11	Documentazione dei lavori.....	122
3.8.12	Celle di carico di tipo elettrico.....	123
3.8.12.1	Caratteristiche delle celle.....	123
3.8.12.2	Piastrine di ripartizione.....	123
3.8.12.3	Posa in opera.....	123
3.8.12.4	Centralina portatile di lettura.....	124
3.9	Conglomerati cementizi semplici e armati (normali e precompressi).....	125
3.9.1	Materiali.....	125
3.9.1.1	Cemento.....	125
3.9.1.2	Aggregati.....	125
3.9.1.3	Acqua di impasto.....	127
3.9.1.4	Additivi.....	127
3.9.2	Tipi e classi dei conglomerati cementizi.....	129
3.9.3	Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi.....	130
3.9.4	Controlli in corso d'opera.....	132
3.9.5	Resistenza dei conglomerati cementizi.....	132
3.9.6	Durabilità dei conglomerati cementizi.....	134
3.9.7	Tecnologia esecutiva delle opere.....	135
3.9.7.1	Confezione dei conglomerati cementizi.....	135
3.9.7.2	Disposizioni alle quali attenersi per la realizzazione (confezione, getto, stagionatura e disarmo) del conglomerato cementizio, in presenza di temperature inferiori ai 278 K (soglia minima al di sotto della quale sono messi in crisi i normali tempi di maturazione) nonché in presenza di temperature al di sotto di 273 K....	136
3.9.7.3	Trasporto.....	137
3.9.7.4	Posa in opera.....	138
3.9.7.5	Stagionatura e disarmo.....	139
3.9.7.6	Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari.....	141
3.9.7.7	Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco.....	141

3.9.7.8	Armature per c.a.....	142
3.9.7.9	Protezione catodica delle solette d'impalcato di ponti, viadotti e cordoli 143	
3.9.8	Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio .....	143
3.9.8.1	Apparecchiature e materiali impiegati nella prova .....	143
3.9.8.2	Metodologia di prova .....	144
3.9.8.3	Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi.....	144
3.9.8.4	Resoconto di prova.....	144
3.9.9	Rivestimento delle pareti di scavo, pendici o pozzi di fondazione.....	145
3.9.10	Calcestruzzo rinforzato con fibre d'acciaio per pavimentazioni .....	147
3.9.11	Calcestruzzi confezionati con additivo impermeabilizzante per cristallizzazione (in polvere).....	148
3.10	Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso .....	148
3.11	Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione .....	151
3.12	Ripristino/adequamento di elementi strutturali in conglomerato cementizio.....	152
3.12.1	Miscele per il ripristino di superfici degradate.....	152
3.12.2	Requisiti dei materiali.....	153
3.12.3	Accettazione e specifiche prestazionali dei materiali per interventi di ripristino/adequamento.....	154
3.12.4	Trattamenti prima del ripristino/adequamento e fasi esecutive.....	156
3.12.4.1	Asportazione del calcestruzzo degradato .....	157
3.12.4.2	Trattamento ferri d'armatura .....	157
3.12.4.3	Posizionamento d'armature aggiuntive.....	157
3.12.4.1	Posizionamento d'armature aggiuntive per collegamento getti.....	157
( i )	Ancoraggi con cartucce e fiale di resina tixotropica.....	157
( i i )	Ancoraggi con malta colabile.....	159
3.12.4.2	Posizionamento della rete elettrosaldada di contrasto .....	160
3.12.4.3	Preparazione delle superfici da ripristinare.....	160
3.12.4.4	Messa in opera delle miscele di ripristino.....	161
3.12.4.5	Frattazzatura.....	163
3.12.4.6	Stagionatura .....	163
3.12.5	Prove e controlli.....	164
3.13	Sistemi protettivi per strutture in conglomerato cementizio.....	164
3.13.1	Protettivi filmogeni - generalità.....	164
3.13.1.1	Requisiti e metodi di prova .....	165
3.13.1.2	Accettazione e specifiche prestazionali dei sistemi protettivi .....	165
3.13.1.3	Caratteristiche e prestazioni del sistema filmogeno per la protezione d'opere d'arte .....	165
3.13.1.4	Caratteristiche e prestazioni del sistema filmogeno per la protezione di strutture a contatto con acqua .....	166
3.13.1.5	Preparazione del supporto e modalità d'applicazione del sistema protettivo 166	
3.13.1.6	Prove, controllo delle prestazioni e degli spessori, penali .....	167
3.13.2	Protettivi impregnanti .....	167
3.13.2.1	Caratteristiche dei prodotti costituenti il ciclo e norme per l'esecuzione dei lavori 167	

3.13.2.2	Caratteristiche dei componenti fondamentali .....	168
3.13.2.3	Caratteristiche chimico fisiche del ciclo protettivo costituito da sostanze impregnanti .....	168
3.13.3	Protettivi strutturali .....	169
3.14	Impermeabilizzazioni .....	170
3.14.1	Norme Generali .....	170
3.14.2	Manto di impermeabilizzazione realizzato con membrana elastica continua in materiale sintetico epossipoliuretano .....	171
3.14.2.1	Primer di adesione .....	171
3.14.2.2	Membrana impermeabilizzante sintetica elastica continua spruzzata in opera .....	171
3.14.2.3	Mano d'attacco per il collegamento della membrana impermeabile con la sovrastante pavimentazione .....	171
3.14.2.4	Modalità di applicazione .....	171
3.14.3	Manto di impermeabilizzazione realizzato, mediante cappa di mastice di asfalto .....	172
3.14.3.1	Materiali .....	172
3.14.3.2	Modalità di preparazione del mastice di asfalto colato .....	173
3.14.3.3	Modalità di applicazione .....	174
3.14.4	Manto di impermeabilizzazione continuo realizzato in opera con bitume modificato con elastomeri ed armato con tessuto non-tessuto .....	175
3.14.4.1	Materiali .....	175
3.14.4.2	Modalità esecutive .....	175
3.14.5	Manto di impermeabilizzazione continuo, realizzato con guaine preformate costituite da bitumi modificati con elastomeri ed armate con geotessile non tessuto in poliestere .....	175
3.14.5.1	Materiali .....	175
3.14.5.2	Modalità di posa in opera .....	176
3.14.6	Con cartongesso bitumato .....	177
3.14.7	Con membrane prefabbricate a base bituminosa .....	177
3.14.8	Con fogli di PVC o di gomma sintetica (Hypalon) .....	177
3.14.9	Con fogli di PVC e coibentazione in pannelli di poliuretano espanso .....	178
3.14.10	Con membrana composita impermeabilizzante a base di bentonite sodica .....	178
3.14.10.1	Impermeabilizzazione platee di base con telo bentonitico .....	178
3.14.10.2	Impermeabilizzazione parete controterra/controcassero con telo bentonitico .....	179
3.14.10.3	Sigillatura rioprese di getto con cordone bentonitico (Waterstop) .....	179
3.14.11	Barriera antivapore .....	180
3.14.12	Geotessile .....	180
3.14.13	Impermeabilizzazioni vasche .....	180
3.14.13.1	Con applicazione di vernici .....	180
3.14.13.1	Con applicazione di speciale boiaccia cementizia (rivestimento cementizio) .....	180
3.15	Acciaio per c.a. e c.a.p. ....	181
3.15.1	Generalità .....	181
3.15.2	Acciaio per cemento armato in barre e rotoli - B450C – B450A .....	182
3.15.3	Reti e tralicci in barre di acciaio elettrosaldate .....	183
3.15.4	Zincatura a caldo degli acciai .....	184

3.15.4.1	Qualità degli acciai da zincare a caldo.....	184
3.15.4.2	Zincatura a caldo per immersione.....	184
	Trattamento preliminare.....	184
	Immersione in bagno di zinco.....	184
	Finitura ed aderenza del rivestimento.....	184
	Verifiche.....	184
	Certificazioni.....	185
	Lavorazione.....	185
3.15.5	Acciai inossidabili.....	185
3.15.6	Acciaio per c.a.p.....	186
3.15.6.1	Fili, barre, trefoli.....	186
3.15.6.2	Cavo inguainato monotrefolo.....	187
3.15.6.3	Ancoraggi dell'armatura di precompressione.....	187
3.15.7	Acciai provenienti dall'estero.....	187
3.16	Acciaio per carpenteria.....	189
3.16.1	Generalità.....	189
3.16.2	Collaudo tecnologico dei materiali.....	190
3.16.3	Controlli in corso di lavorazione.....	191
3.16.4	Montaggio.....	192
3.16.4.1	Strutture portanti.....	193
3.16.5	Verniciature.....	193
3.16.5.1	Generalità.....	193
3.16.5.2	Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie.....	194
3.16.5.3	Preparazione delle superfici.....	195
(i)	Sabbiature.....	195
(ii)	Spazzolatura.....	195
3.16.5.4	Cicli di verniciatura.....	195
	Ciclo per superfici esterne - Tabella 26 A -.....	195
	Ciclo per superfici interne - Tabella 26 B -.....	196
3.16.5.5	Requisiti particolari.....	198
3.16.5.6	Superfici delle saldature e per saldature.....	198
3.16.5.7	Trattamento dei dispositivi di giunzione.....	198
3.17	Apparecchi d'appoggio per impalcati.....	199
3.17.1	Scopo.....	199
3.17.2	Riferimenti normativi.....	199
3.17.3	Caratteristiche e tipologie degli apparecchi d'appoggio.....	199
3.17.3.1	Caratteristiche generali.....	199
3.17.3.2	Appoggi d'acciaio e in acciaio con PTFE.....	200
	Appoggi fissi.....	200
	Appoggi semifissi.....	200
	Appoggi mobili.....	200
3.17.3.3	Appoggi di gomma (elastomerici).....	201
3.17.4	Materiali-requisiti.....	201
3.17.4.1	Acciaio da costruzione.....	201
3.17.4.2	Acciaio inossidabile.....	201
3.17.4.3	Ancoraggi e bulloneria.....	202
3.17.4.4	Altri materiali.....	202
3.17.4.5	Gomma (elastomeri).....	202
3.17.4.6	Malte, betoncini e resine.....	202

3.17.4.7	Grasso di silicone per la lubrificazione delle superfici .....	203
3.17.5	Prescrizioni costruttive .....	203
3.17.5.1	Prescrizioni sugli elementi costruttivi .....	203
	Ancoraggio degli appoggi .....	203
	Barre di guida .....	203
	Piastre di scorrimento .....	203
	Superfici di accoppiamento .....	204
	Tolleranze negli accoppiamenti e gioco totale .....	204
	Politetrafluoroetilene (PTFE) .....	204
	Lamiere di acciaio inossidabile .....	204
	Protezioni .....	204
3.17.5.2	Prescrizioni costruttive per appoggi oscillanti .....	204
3.17.5.3	Saldature .....	205
	Saldature non strutturali .....	205
	Saldature strutturali .....	205
3.17.5.4	Accessori .....	206
	Bloccaggi temporanei per il trasporto e la preregolazione .....	206
	Accessori per la movimentazione .....	206
	Bloccaggi provvisori di forza .....	206
	Sistemi di protezione .....	207
3.17.6	Posa in opera .....	207
3.17.6.1	Generalità .....	207
3.17.6.2	Preregolazioni .....	208
3.17.6.3	Posa in opera degli appoggi di gomma (elastomerici) .....	208
3.17.6.4	Posa in opera di appoggi di acciaio ed in acciaio-teflon .....	208
3.17.7	Prove .....	208
3.17.7.1	Generalità .....	208
3.17.7.2	Prove di accettazione: appoggi di gomma (elastomerici), in acciaio e in acciaio PTFE .....	209
3.17.7.3	Prove di accettazione: appoggi oscillanti a disco elastomerico confinato .....	209
	Controllo della documentazione di progetto .....	209
	Prova di carico e rotazione .....	210
	Determinazione del momento parassita .....	211
	Prova di usura del sistema di guarnizione .....	211
3.17.7.4	Attrezzature di prova .....	212
3.17.7.5	Prove di protezione anticorrosiva .....	213
3.17.7.6	Prova di adesione al cls .....	213
3.17.8	Precisazioni sulle prove da eseguire .....	214
3.17.8.1	Controllo delle materie prime e dei componenti .....	214
3.17.8.2	Controlli sui prodotti finiti .....	215
3.17.8.3	Controlli sulle saldature .....	215
3.17.8.4	Controllo in corso di montaggio .....	216
3.17.9	Piano di assicurazione qualità .....	216
3.17.10	Manutenzione .....	217
3.17.11	Penali .....	217
3.17.12	Sollevamento impalcati per sostituzione apparecchi di appoggio .....	220
3.17.13	Ammortizzatori antisismici, generalità .....	220
3.17.13.1	Caratteristiche degli apparecchi .....	221

3.17.13.2	Materiali .....	221
3.17.13.3	Prove sui materiali .....	221
3.17.13.4	Posa in opera .....	221
3.17.13.5	Collaudo in opera .....	222
3.17.14	Ammortizzatori antisismici in neoprene espanso .....	222
3.18	Giunti di dilatazione su opere d'arte .....	223
3.18.1	Giunti di dilatazione in acciaio-gomma, a pettine, a piastre metalliche, a lamelle .....	223
3.18.1.1	Scopo .....	223
3.18.1.2	Riferimenti normativi .....	223
3.18.1.3	Tipologie di giunti .....	223
3.18.1.4	Materiali - requisiti .....	223
	Acciaio da costruzione .....	223
	Acciaio inossidabile .....	224
	Leghe di alluminio .....	224
	Gomma .....	224
	Malte, betoncini e resine .....	224
3.18.1.5	Posa in opera .....	225
	Piani e vani di posa .....	225
	Sistema di raccolta delle acque .....	226
3.18.1.6	Prove e controlli .....	227
	Generalità .....	227
	Prova funzionale del giunto .....	227
	Prove di carico .....	227
	Prova a fatica .....	227
	Prova di adesione al cls .....	227
	Prova di sfilamento tirafondi .....	228
	Prove di protezione anticorrosiva .....	228
	Controllo delle materie prime e componenti .....	229
	Controlli in corso di montaggio .....	230
	Controlli sui prodotti finiti .....	231
	Controllo dell'inquinamento acustico sui giunti .....	231
3.18.1.7	Piano di assicurazione qualità .....	232
3.18.1.8	Manutenzione dei dispositivi .....	232
3.18.1.9	Penali .....	232
3.18.2	Giunti di dilatazione a tampone .....	233
3.18.2.1	Generalità .....	233
	Malte e betoncini per ripristini di testate di solette .....	233
	Dispositivo per i cordoli .....	233
	Sistema di raccolta delle acque .....	234
	Prescrizioni acustiche dei giunti a tampone .....	234
3.18.2.2	Giunto a tampone viscoelastico .....	235
	Modalità di esecuzione del giunto .....	235
	Tampone in bitume modificato ed inerti .....	236
3.18.2.3	Giunti a tampone .....	237
	Modalità di esecuzione del giunto .....	237
	Tampone in bitume modificato ed inerti .....	238
3.18.2.4	Controllo dei requisiti di accettazione e penalità .....	239
3.19	Dispositivi per lo smaltimento dell'acqua dagli impalcati .....	242

3.20	Strutture di sostegno e contenimento in elementi prefabbricati .....	243
3.20.1	Generalità.....	243
3.20.2	Muri di sostegno in pannelli di c.a.v. ....	243
3.20.3	Muri di sostegno in pannelli di c.a.p. ....	244
3.20.4	Muri di controripa in pannelli di c.a.v. ....	244
3.21	Lastra in conglomerato cementizio ad armatura continua PCP (pavimentazione composita polifunzionale) per nuove costruzioni e per interventi di rafforzamento limitati ad una o più corsie di una carreggiata autostradale.....	245
3.21.1	Descrizione .....	245
3.21.2	Qualità e provenienza dei materiali .....	245
3.21.2.1	Aggregati lapidei.....	245
	Aggregato grosso .....	246
	Aggregato fino .....	246
3.21.2.2	Legante idraulico.....	246
3.21.2.3	Acqua .....	247
3.21.2.4	Additivi .....	247
	Additivi fluidificanti e superfluidificanti.....	247
	Additivi ritardanti o acceleranti .....	247
	Additivi aeranti .....	248
	Additivi di nuova generazione.....	248
3.21.2.5	Prodotti filmogeni per la protezione del conglomerato cementizio (curing) 248	
3.21.2.6	Barre di trasferimento .....	249
3.21.2.7	Ferri dell'armatura corrente e di rinforzo .....	249
3.21.2.8	Rete di acciaio elettrosaldato.....	249
3.21.2.9	Tavolette di riempimento per giunti di dilatazione.....	249
3.21.2.10	Mastici per sigillature.....	250
3.21.2.11	Campionatura e prove sui materiali .....	250
3.21.2.12	Stoccaggio dei materiali.....	250
3.21.3	Caratteristiche del conglomerato cementizio .....	251
3.21.3.1	Studio di composizione del conglomerato cementizio .....	251
3.21.3.2	Composizione granulometrica .....	252
3.21.3.3	Contenuto di cemento .....	252
3.21.3.4	Contenuto d'acqua .....	252
3.21.3.5	Contenuto d'aria .....	253
3.21.3.6	Resistenze meccaniche.....	253
3.21.3.7	Ritiro .....	254
3.21.3.8	Resistenza al gelo.....	254
3.21.4	Confezione e trasporto del conglomerato cementizio .....	254
3.21.4.1	Attrezzatura di cantiere .....	254
3.21.4.2	Confezione del conglomerato cementizio.....	254
3.21.4.3	Tempo di mescolamento .....	255
3.21.4.4	Trasporto del conglomerato cementizio.....	256
3.21.5	Preparazione del piano di posa .....	256
3.21.6	Posa in opera dell'armatura metallica .....	257
3.21.7	Posa in opera del conglomerato cementizio .....	257
3.21.7.1	Treno di stesa .....	257
3.21.7.2	Attrezzatura ed avviamento del cantiere.....	258
3.21.7.3	Stesa del conglomerato cementizio .....	259

3.21.8	Finitura superficiale .....	259
3.21.9	Protezione e maturazione.....	259
3.21.10	Esecuzione dei giunti .....	260
3.21.10.1	Giunti trasversali di costruzione .....	260
3.21.10.2	Giunti trasversali di dilatazione .....	261
	Giunti di transizione tra pavimentazioni.....	261
	Giunti in corrispondenza di opere d'arte.....	262
	Lastre sommerse .....	262
3.21.10.3	Dispositivi d'ancoraggio o blocchi terminali .....	262
3.21.11	Autorizzazione per la transitabilità della lastra.....	263
3.21.12	Metodi di prova e controlli .....	263
3.21.12.1	Laboratorio di cantiere .....	263
3.21.12.2	Controlli sui materiali componenti .....	264
3.21.12.3	Controlli sul conglomerato cementizio .....	265
	Controlli sul conglomerato cementizio fresco .....	265
	Controlli di resistenza meccanica .....	266
	Controlli sui provini di conglomerato cementizio prelevato dalla lastra.....	268
3.21.13	Controlli da certificare sui materiali componenti, sul conglomerato cementizio e sulla lastra .....	268
3.21.14	Controllo della regolarità della superficie del misto cementato .....	269
3.21.15	Controllo dello spessore della lastra .....	269
3.21.16	Controllo della regolarità del piano viabile .....	270
3.21.16.1	Controllo del profilo longitudinale .....	270
3.21.16.2	Controllo della regolarità longitudinale .....	270
3.21.16.3	Controllo del regolo del profilo trasversale della stesa - requisiti .....	270
3.21.17	Penali conseguenti a carenze strutturali.....	270
3.21.17.1	Resistenza insufficiente del conglomerato cementizio .....	271
3.21.17.2	Variazioni dello spessore della pavimentazione .....	271
3.21.17.3	Ferri dell'armatura corrente e di rinforzo .....	271
3.21.18	Penali conseguenti a carenze di regolarità superficiale .....	271
3.21.18.1	Controllo del profilo trasversale: penali.....	271
3.21.19	Drenaggi con filtro in “non tessuto” (esterni alle zone pavimentate).....	272
3.21.19.1	Drenaggi a scavo automatizzato e con riempimento in conglomerato cementizio poroso .....	272
3.22	Pavimentazioni in conglomerato bituminoso .....	274
3.22.1	Leganti bituminosi di base e modificati .....	274
3.22.1.1	Leganti bituminosi semisolidi - caratteristiche e penali.....	274
	Bitumi di base .....	275
	Bitumi modificati.....	276
3.22.1.2	Bitumi con modifica “SOFT” .....	277
3.22.1.3	Bitumi con modifica “HARD” .....	278
3.22.1.4	Attivanti chimici funzionali (A.C.F.).....	281
3.22.1.5	Modificanti strutturali (MST) .....	282
	Fibre di natura minerale (vetro).....	282
	Fibre di natura minerale (vetro) a filo continuo.....	282
3.22.1.6	Leganti sintetici.....	282
3.22.2	Realizzazione di strati di sottobase con riciclaggio a freddo di conglomerati bituminosi .....	283
	Materiali.....	283

Miscela.....	286
Prestazioni e controlli .....	287
3.22.3 Conglomerati bituminosi a caldo.....	289
Conglomerati bituminosi normali di base, collegamento, usura .....	290
Conglomerato bituminoso speciale confezionato a caldo in impianto con bitumi a modifica di tipo "SOFT" .....	299
Conglomerato bituminoso speciale confezionato a caldo in impianto con bitumi a modifica di tipo "HARD" .....	303
Controllo dei requisiti di accettazione dei conglomerati bituminosi confezionati con legante di tipo "SOFT" ed "HARD" .....	309
Conglomerato bituminoso drenante - fonoassorbente per strati di usura .....	309
Conglomerati bituminosi con inerti di argilla espansa .....	313
Microtappeti a caldo .....	314
Conglomerato bituminoso per strati di collegamento e di usura di ponti e viadotti .....	320
3.22.4 Trattamenti superficiali d'irruvidimento.....	323
Microtappeti a freddo (tipo macro seal) .....	323
Microtappeti a freddo (tipo macro seal) fibrorinforzati.....	325
3.22.5 Controlli prestazionali e relative penali.....	327
Controlli ad alto rendimento: tutti i tipi di conglomerato bituminoso.....	328
Controlli ad alto rendimento: PCP.....	336
3.22.6 Prestazioni di controllo da parte della Direzione Lavori.....	339
3.23 Barriere di sicurezza .....	350
3.23.1 Premessa .....	350
3.23.2 Barriere metalliche .....	350
3.23.2.1 Accettazione dei materiali.....	350
3.23.2.2 Qualità dei materiali.....	350
3.23.2.3 Modalità d'esecuzione .....	351
3.23.2.4 Prove - penali .....	354
3.23.3 Barriere prefabbricate a profilo New Jersey.....	355
3.23.3.1 Caratteristiche tecniche.....	356
3.23.3.2 Materiali .....	356
Conglomerato cementizio .....	356
Acciaio.....	356
3.23.3.3 Posa in opera .....	357
Barriera spartitraffico.....	357
Barriera laterale parapetto.....	357
Posa in corrispondenza dei giunti di dilatazione .....	358
Verifiche .....	359
3.23.3.4 Corrimano metallico strutturale .....	359
3.23.3.5 Resistenze strutturali e protezione dei materiali .....	360
3.23.3.6 Posa in opera .....	360
3.23.3.7 Prove sui materiali .....	360
3.23.4 Barriere in acciaio a profilo New Jersey .....	361
3.23.4.1 Materiali .....	361
3.23.4.2 Zincatura .....	361
3.23.4.3 Verniciatura protettiva .....	361
3.23.4.4 Collaudo delle barriere.....	362
3.24 Recinzioni metalliche .....	363

3.24.1	Caratteristiche delle opere .....	363
3.24.2	Qualità dei materiali - Prove.....	364
3.24.2.1	a) Qualità dei materiali.....	364
3.24.2.2	b) Prove sui materiali.....	365
3.24.3	Accettazione dei materiali .....	366
3.24.4	Modalità d'esecuzione.....	367
3.24.5	Penali .....	368
<b>4.</b>	<b>PARTE III – NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI</b>	
	<b>LAVORI.....</b>	<b>369</b>
4.1	Norme generali .....	369
4.2	Lavori in economia.....	369
4.3	Scavi - demolizioni - rilevati .....	369
4.3.1	Scavi.....	370
4.3.1.1	Scavi in genere.....	370
4.3.1.2	Scavi di sbancamento.....	370
4.3.1.3	Scavo di fondazione .....	370
4.3.2	Demolizioni.....	371
4.3.3	Preparazione del piano di posa.....	372
4.3.3.1	Rilevati .....	372
4.3.3.2	Sovrastruttura stradale in trincea.....	372
4.3.3.3	Telo di tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene.....	372
4.3.4	Formazione di rilevati, riempimenti di cavi e rilevati di precarico.....	372
4.4	Palancolate tipo Larssen .....	374
4.5	Pali di fondazione .....	374
4.6	Murature in genere e conglomerati cementizi .....	376
4.6.1	Murature.....	376
4.6.1.1	Conglomerati cementizi .....	376
4.7	Casseforme - Armature - Centinature - Varo travi prefabbricate .....	378
4.7.1	Casseforme.....	378
4.7.2	Armature .....	378
4.7.3	Attrezzature speciali autovaranti e autoportanti per l'esecuzione in opera d'impalcati di ponti e viadotti .....	379
4.7.4	Varo di travi prefabbricate in c.a. o c.a.p. - Armatura di sostegno per getto di solette e traversi su travi varate.....	379
4.7.5	Centinature.....	380
4.8	Acciaio per c.a. e c.a.p.....	380
4.9	Tiranti di ancoraggio.....	381
4.10	Muri in elementi prefabbricati - Strutture di sostegno - Pannelli di rivestimento prefabbricati.....	382
4.10.1	Muri di sostegno e di controripa costituiti da pannelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato, anche precompresso .....	382
4.10.2	Pannelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato per rivestimenti di pareti .....	382
4.11	Impermeabilizzazioni - Trattamento impregnante di superfici in congl merato cementizio - Conglomerato cementizio spruzzato per rivestimento di pareti .....	383
4.11.1	Impermeabilizzazioni in cartongesso bitumato e in mastice d'asfalto sintetico e manti impermeabili costituiti da membrane a base bituminosa.....	383
4.11.2	Manti impermeabili di copertura costituiti da fogli in PVC o in gomma sintetica .....	383

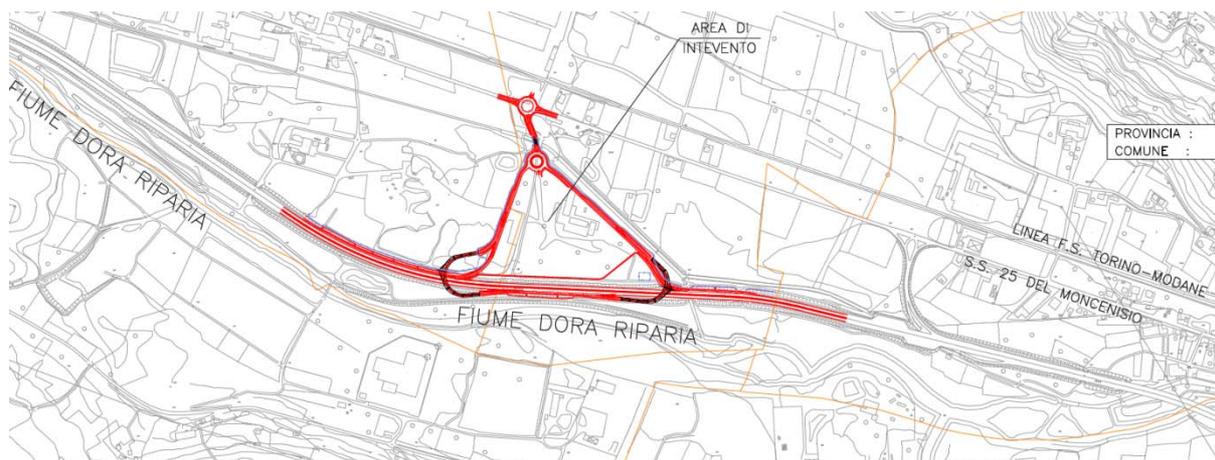
4.11.3	Impermeabilizzazione di impalcati e gallerie artificiali .....	383
4.12	Manufatti metallici.....	383
4.13	Fondazioni stradali.....	384
4.14	Conglomerati bituminosi .....	384

**LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE**

<b>Figura 1</b>	– Inquadramento generale dell'intervento .....	16
<b>Figura 2</b>	– Ubicazione delle opere d'arte .....	16
<b>Figura 3</b>	– Profilo Ponte su canale NIE.....	18
<b>Figura 4</b>	– Ubicazione planimetrica Ponte su canale NIE.....	18
<b>Figura 5</b>	– Ubicazione planimetrica Opera PK24+358 .....	20
<b>Figura 6</b>	– Ubicazione ritegni antisismici sull'impalcato non interessato dall'allargamento	21
<b>Figura 7</b>	– Ubicazione planimetrica Opera PK24+497 .....	23
<b>Figura 8</b>	– Ubicazione ritegni antisismici sull'impalcato non interessato dall'allargamento	24
<b>Figura 9</b>	– Ubicazione planimetrica Tombini .....	27
<b>Figura 10</b>	– Intervento Tombini 121,122,125: Planimetria.....	28
<b>Figura 11</b>	– Intervento Tombini 121,122,125: Sezione longitudinale e prospetto.....	28
<b>Figura 12</b>	– Intervento Tombino 126: pianta e sezione.....	29
<b>Figura 13</b>	– Intervento adeguamento tombini T 127-128-129 .....	29
<b>Figura 14</b>	– Ubicazione vasca antincendio .....	31
Figura 15	– Pianta e sezioni vasca .....	32
Figura 16	– Pianta e sezione opere provvisoriale.....	33

## 1. Descrizione generale delle opere d'arte

Le opere d'arte oggetto del presente documento costituiscono parte integrante del Progetto Esecutivo del "Collegamento Lione – Torino – Rilocalizzazione dell'Autoporto di Susa". L'intervento consiste nella delocalizzazione dell'area dell'Autoporto e dell'area di servizio dall'attuale area ubicata nel comune di Susa (TO). L'area individuata per la realizzazione del nuovo Autoporto ricade all'interno del territorio comunale di San Didero (TO).

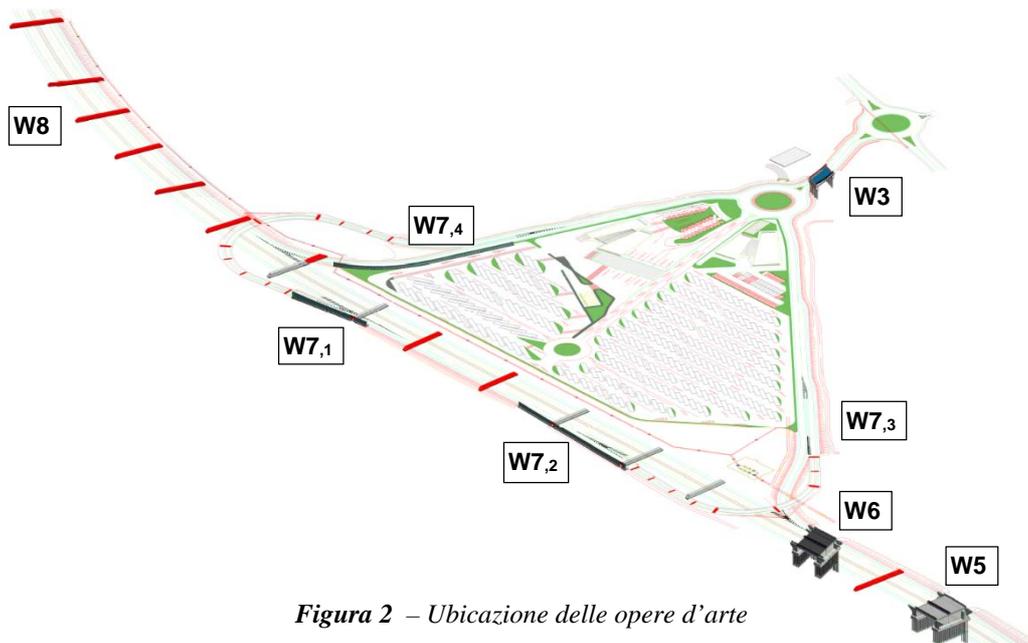


**Figura 1** – Inquadramento generale dell'intervento

Il presente Capitolato Speciale d'Appalto è relativo alla realizzazione delle seguenti opere:

- Ponte sul canale NIE (cod. W\_3)
- Allargamento PK24+358 (cod. W\_5)
- Allargamento PK24+497 (cod. W\_6)
- Muri di sostegno (cod. W\_7)
- Adeguamento tombini (cod. W\_8)

ubiccate, per il Lotto in oggetto, secondo quanto rappresentato nella figura sotto riportata.



**Figura 2** – Ubicazione delle opere d'arte

Nei paragrafi successivi viene riportata una sintetica descrizione di ciascuna opera d'arte, rimandando, per gli aspetti di dettaglio, alla consultazione degli elaborati grafici e di calcolo del progetto esecutivo.

La qualità e provenienza dei materiali utilizzati, le norme per l'esecuzione dei lavori e quelle per la misurazione e valutazione dei lavori sono contenute nelle seguenti parti (rispettivamente denominate PARTE I, II e III) del presente documento.

### 1.1 Il nuovo ponte sul canale NIE

Il ponte sul canale NIE viene realizzato con impalcato di travi in c.a.p. in semplice appoggio e soletta in c.a. armata e gettata in opera di spessore minimo 25cm.

Il ponte presenta una campata di 21,0 m tra le spalle S1 e S2 oltre ad un retrotrave di 0,50 m su ciascun lato. Le travi sono disposte ad interasse costante di 2,0 m e presentano un'obliquità di 36°; sono collegate, oltre che dalla soletta, da due traversi di testata di spessore 0,30 m.

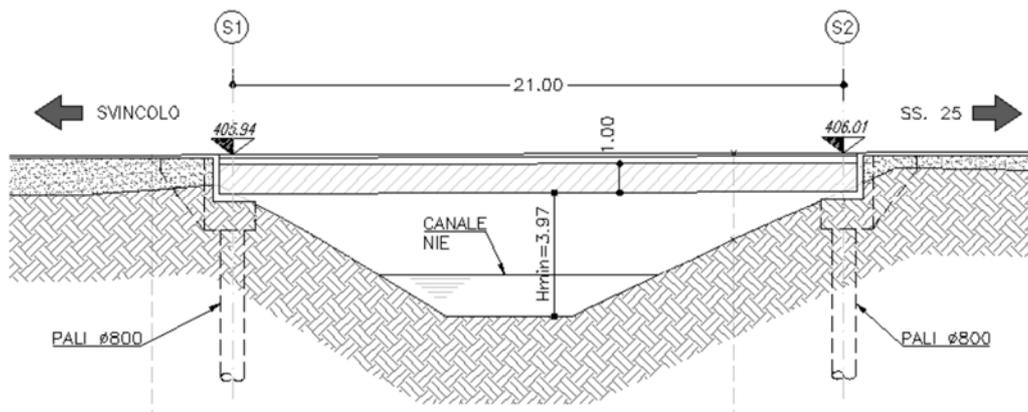


Figura 3 – Profilo Ponte su canale NIE

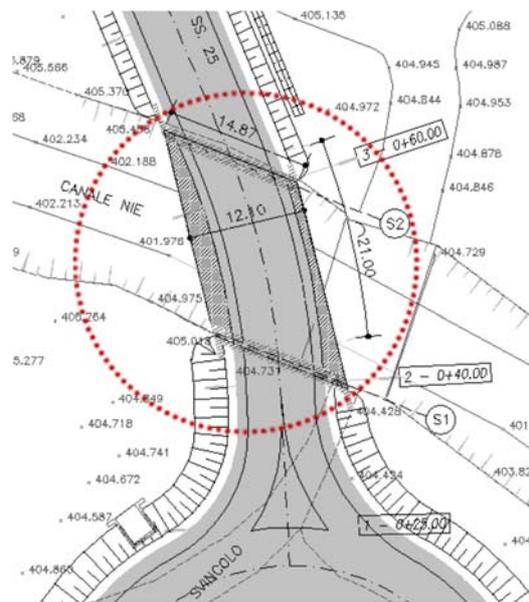


Figura 4 – Ubicazione planimetrica Ponte su canale NIE

La sezione trasversale delle travi in c.a.p. è del tipo a “V” con altezza pari a 1,0 m. La larghezza della carreggiata stradale è di 9,0 m e sono previsti due cordoli laterali di larghezza variabile per una larghezza complessiva dell'impalcato di 12,0 m (12,1m comprensivo delle velette laterali).

A completamento dell'impalcato sono previste la pavimentazione e l'impermeabilizzazione (con spessore complessivo pari a 10 cm), oltre che le barriere di sicurezza.

I collegamenti tra impalcati e spalla sono realizzati mediante n.12 apparecchi di appoggio in acciaio-teflon con disco elastomerico confinato di tre diverse tipologie:

- appoggio fisso (n.3 apparecchi, su spalla S1)
- appoggio unidirezionale, posizionato in senso longitudinale (n.3 apparecchi, su spalla S1) o trasversale (n.3 apparecchi, su spalla S2, in corrispondenza degli appoggi fissi)
- appoggio multidirezionale (n.3 apparecchi su spalla S2, in corrispondenza degli appoggi unidirezionali longitudinali)

La sottostruttura è costituita da due spalle formate da una trave di base 1.60x1.00m, su sei pali di diametro pari a 0,80 m e 9,0 m di lunghezza, dalla quale si elevano il muro andatore e le orecchie di risvolto.

La realizzazione dell'opera prevede la sotto riportata sequenza di fasi ed attività:

- a) Realizzazione spalle S1, S2 – berlinesi di micropali
- b) Realizzazione spalle S1, S2 – Trave coronamento, muretti di risvolto, orecchie e baggioli
- c) Posa apparecchi di appoggio in acciaio-teflon
- d) Posa travi in c.a.p.
- e) Posa coppelle e realizzazione soletta in c.a. e cordolo
- f) Posa velette prefabbricate
- g) Realizzazione impermeabilizzazione e pavimentazione sede stradale
- h) Trattamento protettivo cordolo
- i) Installazione barriere bordo ponte classe H4

## 1.2 Allargamento opera esistente alla Progressiva K 24+358

L'opera esistente è un sottopasso costituito da due impalcati separati (uno per la carreggiata di discesa ed uno per quella di salita); essi presentano larghezza pari a 12,50 m e luce di 22,00 m con schema statico di trave in semplice appoggio. Entrambi gli impalcati delle due carreggiate scaricano per ciascun lato su un'unica spalla mediante cuscinetti in neoprene.

Viene previsto un allargamento variabile tra 2,30 e 2,80 m dell'impalcato esistente a servizio del senso di marcia in direzione Bardonecchia, necessario per la realizzazione della nuova rampe di uscita dalla A32.

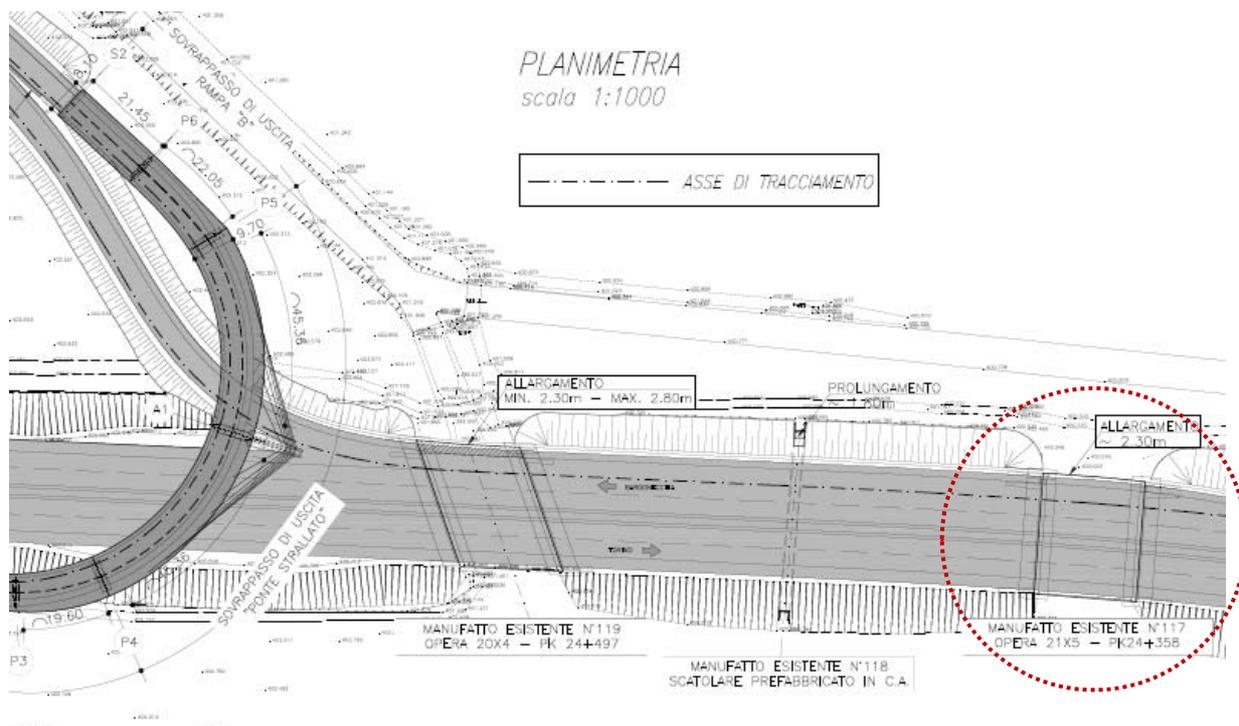


Figura 5 – Ubicazione planimetrica Opera PK24+358

Tale allargamento dell'impalcato comporta la necessità di allargare anche le spalle e le fondazioni; poiché ciò porta ad ottenere un organismo strutturale diverso dal precedente, si è reso necessario prevedere anche degli interventi di adeguamento sismico in quanto, come attestato in Progetto Definitivo, le colonne di jet grouting esistenti non sono risultate idonee a resistere alle azioni taglianti indotte dal sisma di progetto e gli appoggi in neoprene non sono in grado di trasmettere l'azione sismica alle sottostrutture. Pertanto sono stati previsti anche degli interventi atti ad eliminare tali criticità, consistenti nella disposizione di (10+10) tiranti passivi lungo lo sviluppo orizzontale del paramento (mediante inserimento di micropali di lunghezza  $l=12\text{m}$ ) e di ritegni sismici metallici.

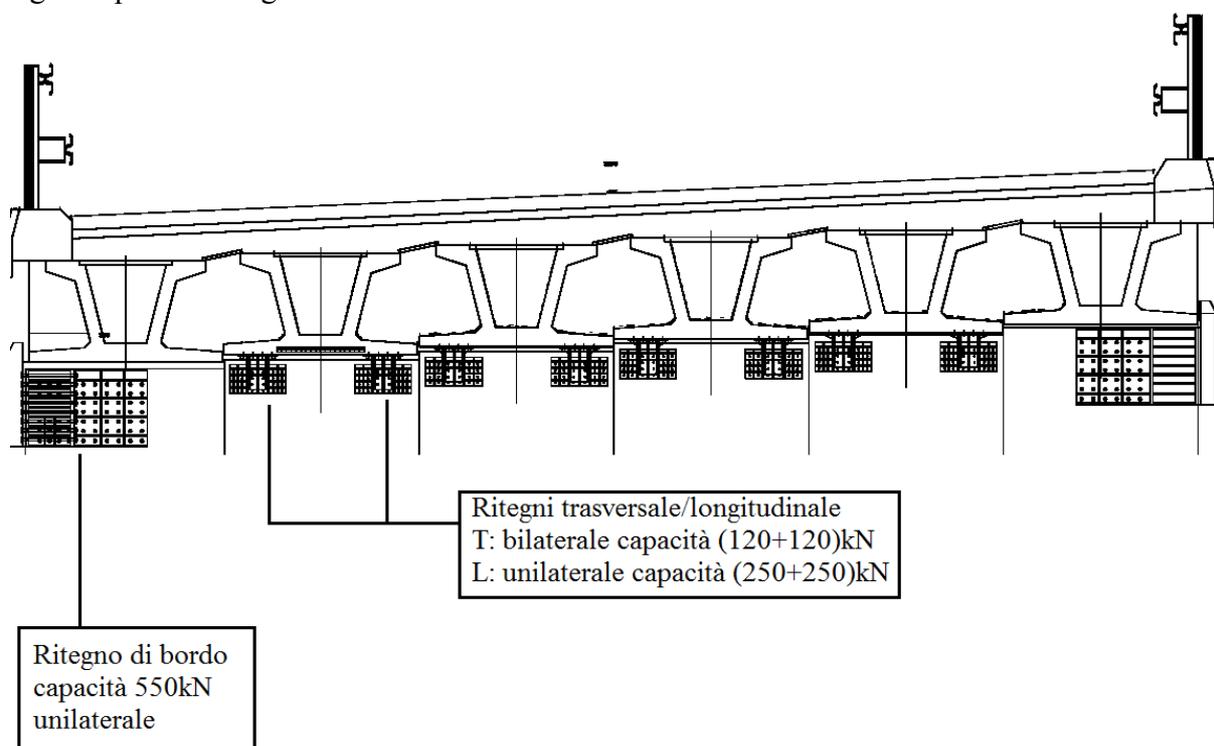
I ritegni sono costituiti da piastre opportunamente sagomate e saldate a formare corpo unico; le tipologie previste, al fine di assicurare il contenimento delle azioni sismiche, sono:

- ritegno sismico trasversale "a bordo spalla" (n.3+3 apparecchi, da posizionare in corrispondenza delle spalle, sia lato esterno impalcato esistente non oggetto di allargamento, sia lati interni di ambo gli impalcati esistenti);
- ritegno sismico longitudinale e trasversale "sulle travi" (n.8+n.10 apparecchi, da posizionare in corrispondenza delle spalle e collegare alle travi di impalcato).

I ritegni sulle travi devono essere posizionati previo rinforzo localizzato dell'intradosso delle travi (con installazione barre superficiali, sia in direzione longitudinale che trasversale) con resina epossidica) ed adeguata preparazione del supporto, da eseguire mediante le seguenti operazioni:

- Scarifica superficiale per installazione piastra di ancoraggio ritegno per (rimozione strato di superficie per circa 1 cm);
- n.6 fresature superficiali per 2cm dalla superficie di scarifica per ogni testata parallelamente alle staffe;
- n.(4+4) fresature superficiali per 2cm dalla superficie di scarifica per ogni testata secondo l'asse della trave;
- installazione di barre  $6\phi 10$  trasversali ( $L=180\text{cm}$ ) e  $(4+4)\phi 12$  longitudinali ( $L=200\text{cm}$ ) con resina epossidica per ogni testata
- finitura con primer per incollaggi strutturali e posa della piastra di ancoraggio del ritegno

La posizione dei ritegni – concettualmente analoga per ciascun impalcato – è rappresentata nella figura riportata a seguire:



**Figura 6** – Ubicazione ritegni antisismici sull'impalcato non interessato dall'allargamento

L'allargamento dell'impalcato viene eseguito attraverso la posa di una trave a "V", di geometria simile a quelle dell'impalcato esistente, solidarizzata all'impalcato mediante realizzazione di completamento superiore in c.a. eseguito in opera.

Le fondazioni della porzione di allargamento prevedono l'esecuzione di due nuovi muri/spalla (collegate ai muri di rivolto) aventi piede di fondazione su n.18+18 micropali aventi lunghezza  $l=12\text{ m}$ .

In corrispondenza degli appoggi della parte in allargamento è prevista la realizzazione di una mensola in c.a. in luogo delle opere di ritegno sismico in carpenteria metallica; la mensola sarà solidale con la nuova porzione di spalla.

La realizzazione dell'opera prevede la sotto riportata sequenza di fasi ed attività:

- a) Fase 1
  - 1.1. Posizionamento barriera provvisoria
  - 1.2. Smontaggio barriera di sicurezza
  - 1.3. Demolizione pavimentazione stradale
  - 1.4. Rimozione sottopavimentazione
  - 1.5. Demolizione parziale soletta flottante
- b) Fase 2
  - 2.1. Infissione palanca metallica
  - 2.2. Demolizione parziale muro di risvolto
  - 2.3. Scavo preparazione nuova fondazione
  - 2.4. Demolizione cordolo esistente impalcato
- c) Fase 3
  - 3.1. Realizzazione nuova fondazione e collegamento plinto con nuova fondazione
  - 3.2. Elevazione allargamento con collegamento paramento a spalla esistente
- d) Fase 4 – Impalcato
  - 4.1. Riempimento parziale gradonato a tergo nuovo paramento con cls. magro alleggerito
  - 4.2. Completamento reinterro spalla e sistemazione rilevato
  - 4.3. Rimozione palanca
  - 4.4. Realizzazione ancoraggi di rinforzo spalla esistente
  - 4.5. Allargamento impalcato: varo trave in acciaio e getto soletta di completamento
  - 4.6. Posizionamento dispositivi di ritegno sismico trasversali e longitudinali
  - 4.7. Rinterro e realizzazione strato base stradale
  - 4.8. Pavimentazione
  - 4.9. Posizionamento nuova barriera

### 1.3 Allargamento opera esistente alla Progressiva K 24+497

L'opera esistente è un sottopasso costituito da due impalcati separati (uno per la carreggiata di discesa ed uno per quella di salita); essi presentano larghezza pari a 12,50 m e luce di 22,00 m con schema statico di trave in semplice appoggio. Entrambi gli impalcati delle due carreggiate scaricano per ciascun lato su un'unica spalla mediante cuscinetti in neoprene.

Viene previsto un allargamento di 2,30 m dell'impalcato esistente a servizio del senso di marcia in direzione Bardonecchia, necessario per la realizzazione della nuova rampe di uscita dalla A32.

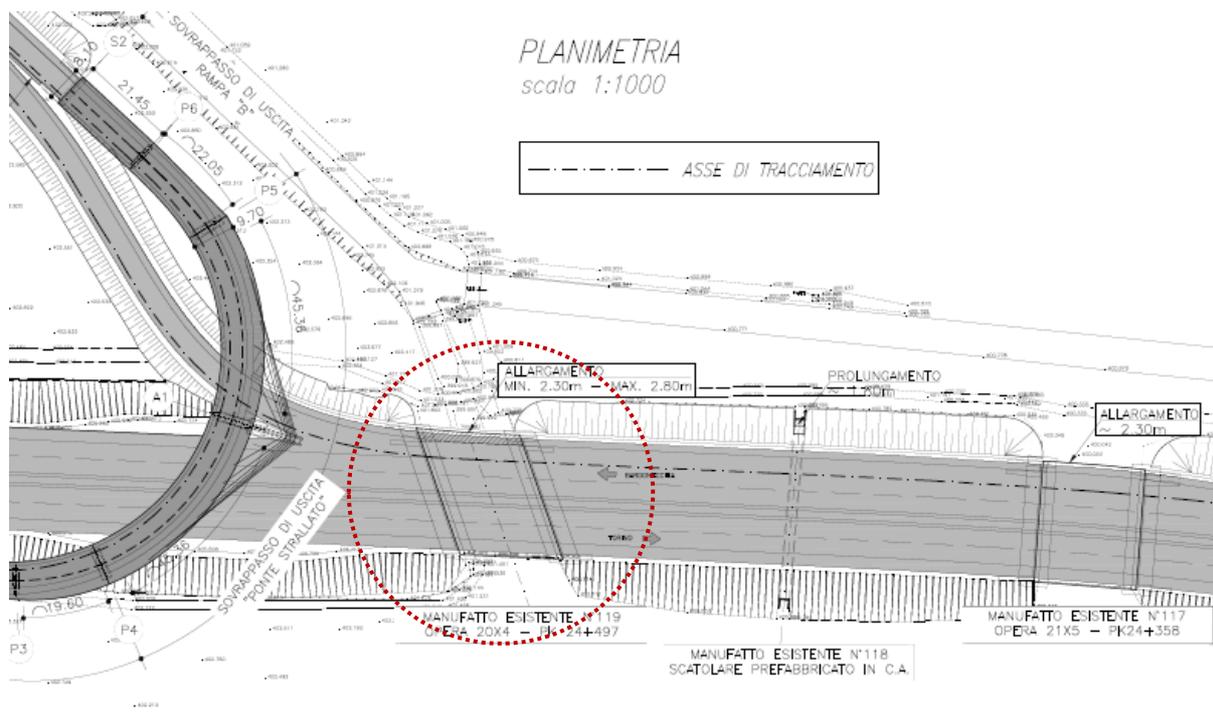


Figura 7 – Ubicazione planimetrica Opera PK24+497

Tale allargamento dell'impalcato comporta la necessità di allargare anche le spalle e le fondazioni; poiché ciò porta ad ottenere un organismo strutturale diverso dal precedente, si è reso necessario prevedere anche degli interventi di adeguamento sismico in quanto, come attestato in Progetto Definitivo, le colonne di jet grouting esistenti non sono risultate idonee a resistere alle azioni taglianti indotte dal sisma di progetto e gli appoggi in neoprene non sono in grado di trasmettere l'azione sismica alle sottostrutture. Pertanto sono stati previsti anche degli interventi atti ad eliminare tali criticità, consistenti nella disposizione di (10+10) tiranti passivi lungo lo sviluppo orizzontale del paramento (mediante inserimento di micropali di lunghezza  $l=12m$ ) e di ritegni sismici metallici.

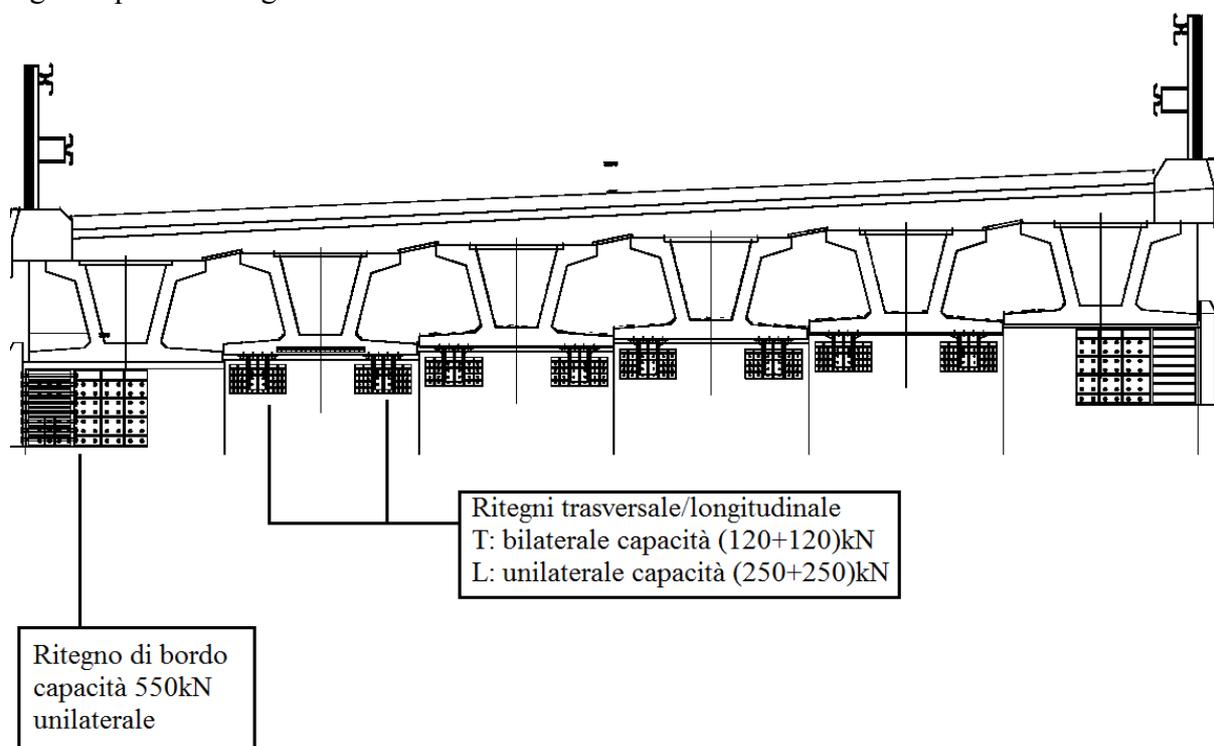
I ritegni sono costituiti da piastre opportunamente sagomate e saldate a formare corpo unico; le tipologie previste, al fine di assicurare il contenimento delle azioni sismiche, sono:

- ritegno sismico trasversale "a bordo spalla" (n.3+3 apparecchi, da posizionare in corrispondenza delle spalle, sia lato esterno impalcato esistente non oggetto di allargamento, sia lati interni di ambo gli impalcati esistenti);
- ritegno sismico longitudinale e trasversale "sulle travi" (n.8+n.10 apparecchi, da posizionare in corrispondenza delle spalle e collegare alle travi di impalcato).

I ritegni sulle travi devono essere posizionati previo rinforzo localizzato dell'intradosso delle travi (con installazione barre superficiali, sia in direzione longitudinale che trasversale) con resina epossidica) ed adeguata preparazione del supporto, da eseguire mediante le seguenti operazioni:

- Scarifica superficiale per installazione piastra di ancoraggio ritegno per (rimozione strato di superficie per circa 1cm);
- n.6 fresature superficiali per 2cm dalla superficie di scarifica per ogni testata parallelamente alle staffe;
- n.(4+4) fresature superficiali per 2cm dalla superficie di scarifica per ogni testata secondo l'asse della trave;
- installazione di barre  $6\varnothing 10$  trasversali ( $L=180\text{cm}$ ) e  $(4+4)\varnothing 12$  longitudinali ( $L=200\text{cm}$ ) con resina epossidica per ogni testata
- finitura con primer per incollaggi strutturali e posa della piastra di ancoraggio del ritegno

La posizione dei ritegni – concettualmente analoga per ciascun impalcato – è rappresentata nella figura riportata a seguire:



**Figura 8** – Ubicazione ritegni antisismici sull'impalcato non interessato dall'allargamento

L'allargamento dell'impalcato viene eseguito attraverso la posa di una trave a "V", di geometria simile a quelle dell'impalcato esistente, solidarizzata all'impalcato mediante realizzazione di completamento superiore in c.a. eseguito in opera.

Le fondazioni della porzione di allargamento prevedono l'esecuzione di due nuovi muri/spalla (collegate ai muri di rivolto) aventi piede di fondazione su n.14+14 micropali aventi lunghezza  $l=12\text{ m}$ .

In corrispondenza degli appoggi della parte in allargamento è prevista la realizzazione di una mensola in c.a. in luogo delle opere di ritegno sismico in carpenteria metallica; la mensola sarà solidale con la nuova porzione di spalla.

La realizzazione dell'opera prevede la sotto riportata sequenza di fasi ed attività:

- a) Fase 1
  - 1.6. Posizionamento barriera provvisoria
  - 1.7. Smontaggio barriera di sicurezza
  - 1.8. Demolizione pavimentazione stradale
  - 1.9. Rimozione sottopavimentazione
  - 1.10. Demolizione parziale soletta flottante
- b) Fase 2
  - 2.1. Infissione palanca metallica
  - 2.2. Demolizione parziale muro di risvolto
  - 2.3. Scavo preparazione nuova fondazione
  - 2.4. Demolizione cordolo esistente impalcato
- c) Fase 3
  - 3.1. Realizzazione nuova fondazione e collegamento plinto con nuova fondazione
  - 3.2. Elevazione allargamento con collegamento paramento a spalla esistente
- d) Fase 4 – Impalcato
  - 4.1. Riempimento parziale gradonato a tergo nuovo paramento con cls. magro alleggerito
  - 4.2. Completamento reinterro spalla e sistemazione rilevato
  - 4.3. Rimozione palanca
  - 4.4. Realizzazione ancoraggi di rinforzo spalla esistente
  - 4.5. Allargamento impalcato: varo trave in acciaio e getto soletta di completamento
  - 4.6. Posizionamento dispositivi di ritegno sismico trasversali e longitudinali
  - 4.7. Rinterro e realizzazione strato base stradale
  - 4.8. Pavimentazione
  - 4.9. Posizionamento nuova barriera

#### 1.4 Muri di sostegno

È prevista la realizzazione di n.4 tratti di muri prefabbricati (cfr. identificazione in Fig.2) a sostegno di altrettanti tratti di svincolo in rilevato. In particolare:

- il “Muro 1” delimita a sud lo svincolo dall’Autoporto a Torino nel tratto in cui questo si innesta nella carreggiata di discesa dell’Autostrada A32;
- il “Muro 2” delimita a sud lo svincolo da Bardonecchia all’Autoporto nel tratto in cui questo si stacca dalla carreggiata di discesa della A32;
- il “Muro 3” delimita a Ovest lo svincolo da Bardonecchia all’Autoporto nel tratto in cui questo corre parallelo allo svincolo Torino-Autoporto;
- il “Muro 4” delimita a Est lo svincolo Autoporto-Bardonecchia e per esso è previsto un rinterro quasi totale sulla mensola di valle all’atto della realizzazione del nuovo piazzale dell’Autoporto.

I muri sono costituiti da una suola in c.a. gettata in opera e da un paramento in c.a. prefabbricato con costole lato terra, in moduli di larghezza 2,50 m e 1,25 m.

In sommità, i pannelli prefabbricati vengono solidarizzati con un cordolo in c.a. gettato in opera di dimensioni (0,70x0,40) m, su cui vengono ancorate le barriere di sicurezza.

I paramenti dei muri 1 e 2 sono inoltre dotati di rivestimento.

I quattro tratti di muro hanno altezze variabili lungo le sviluppate e sono pertanto realizzati con diverse sezioni tipo, distinte con le lettere A, B, C, D, E.

Queste sezioni si distinguono essenzialmente per spessore e lunghezza della suola, altezza dei paramenti prefabbricati.

- *Muro tipo A*: suola in c.a. (1,80x0,40) m, altezze dei paramenti 1,50/1,70 m.
- *Muro tipo B*: suola in c.a. (2,60x0,50) m, altezze dei paramenti 2,70/2,90 m.
- *Muro tipo C*: suola in c.a. (2,90x0,50) m, altezze dei paramenti 3,10/3,30 m.
- *Muro tipo D*: suola in c.a. (3,20x0,50) m, altezze dei paramenti 3,50/3,70 m.
- *Muro tipo E*: suola in c.a. (3,40x0,60) m, altezze dei paramenti 3,80/4,00 m.

Per la realizzazione della gran parte degli sviluppi lineari dei tratti 1 e 2 viene anche prevista l’infissione di palancole, per il controllo del transitorio di scavo.

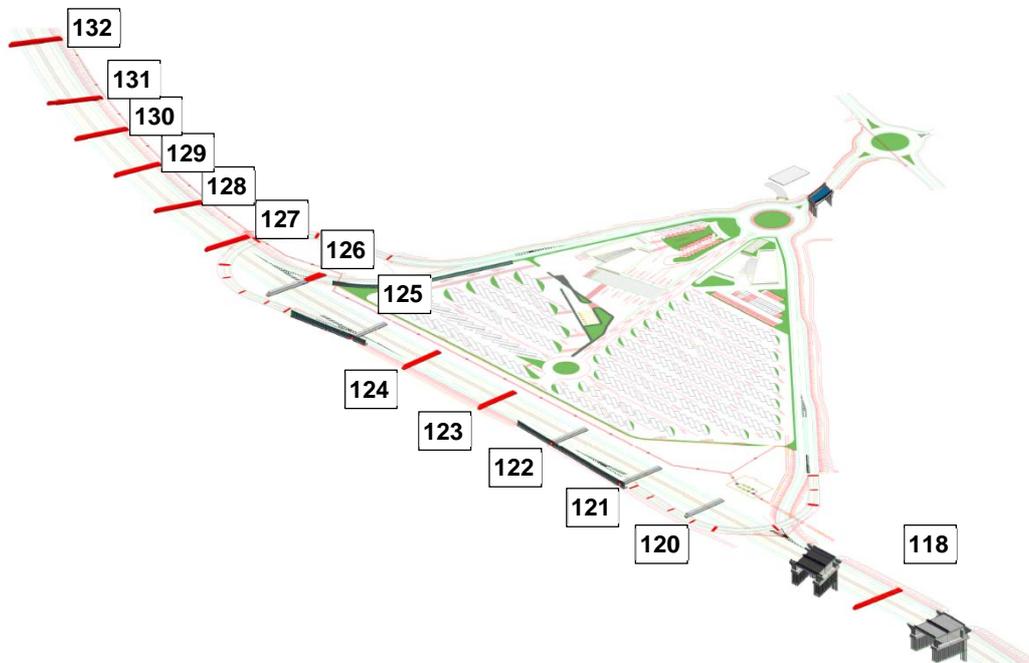
Il tratto 3 prevede, oltre alla porzione di muro prefabbricato, anche una porzione eseguita in opera, per la ridotta altezza di contenimento del terreno.

La realizzazione dell’opera prevede la sotto riportata sequenza di fasi ed attività:

- a) Infissione palancole (per muri “1” e “2”)
- b) Scavi di approccio (per muri “1” e “2”, per i tratti non interessati dalle palancole, e per muri “3” e “4”)
- c) Scavi a tergo palancole e preparazione piani di posa (cls magro)
- d) Fondazioni (suole in c.a.)
- e) Elevazione – Muri prefabbricati
- f) Elevazione – Cordoli di testa in opera
- g) Elevazione – Velette prefabbricate

## 1.5 Adeguamento tombini

L'area di progetto è interessata dalla presenza di 14 tombini idraulici posti al di sotto dell'asse autostradale, la cui localizzazione può essere così individuata:



*Figura 9 – Ubicazione planimetrica Tombini*

A seguito della realizzazione del nuovo svincolo, si rende necessario prolungare tali strutture di quantità variabili, in base alla posizione di ognuna di esse, come indicato nello schema riportato a seguire:

Tombino n.118	l = 1,92 m
Tombino n.120	l = 0,00 m
Tombino n.121	l = 5,77 m
Tombino n.122	l = 1,93 m
Tombino n.123	l = 2,10 m
Tombino n.124	l = 2,00 m
Tombino n.125	l = 1,12 m
Tombino n.126	l = 19,17 m
Tombino n.127	l = 4,45 m
Tombino n.128	l = 4,31 m
Tombino n.129	l = 4,46 m
Tombino n.130	l = 4,40 m
Tombino n.131	l = 4,33 m
Tombino n.132	l = 5,80 m

Il prolungamento “tipo” consiste nel realizzare uno scatolare in c.a. gettato in opera di dimensioni identiche a quello esistente (luce netta di passaggio – sia in verticale che in orizzontale – pari a 2,0 m).

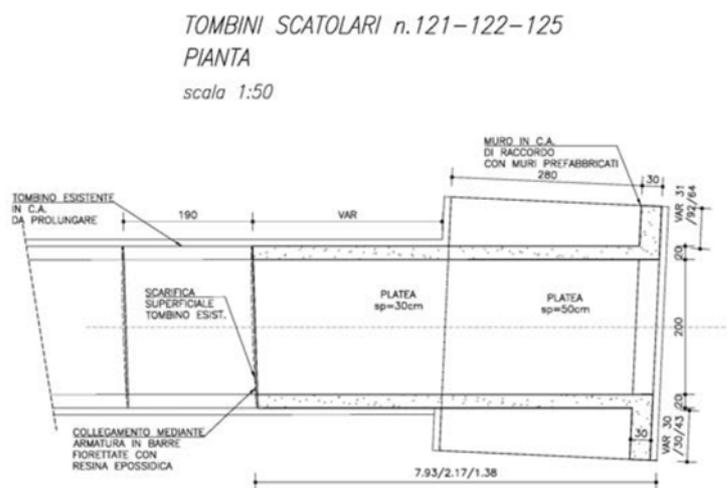
La realizzazione di ciascuno scatolare prevede:

- una platea di spessore 0,3 m e
- pareti di spessore 0,2 m, sagomate in modo da seguire la pendenza delle scarpate
- una soletta di copertura di spessore 0,20 m

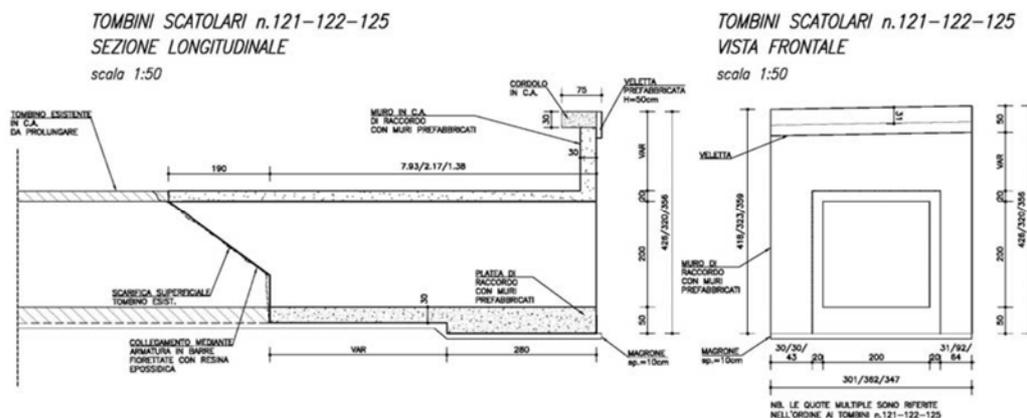
La soluzione di progetto prevede la continuità strutturale con i manufatti esistenti, da garantire – sia in fondazione che in elevazione - mediante collegamento con barre di acciaio inghisate con resina epossidica (previa realizzazione di perforazioni all'interfaccia delle strutture esistenti ed opportuna pulizia dei fori) prima del getto della nuova opera.

Variazioni rispetto allo “schema-tipo” di intervento finora descritto sono rappresentate da:

- 1) allargamento dei tombini n. 121-122-125. Infatti tali opere sono previste in adiacenza a muri prefabbricati modulari e, pertanto, presentano all'estremità un muro di altezza variabile sovrastato da un cordolo in c.a. che funge da fondazione per la barriera stradale.
- 2) Tombino n.126: l'opera esistente viene prolungata mediante una struttura scatolare di altezza netta 0,90 m e prevede l'inserimento di due canne di luce 2,25 m divise da un setto di spessore 0,20 m.
- 3) La previsione di un nuovo passaggio faunistico, eseguito mediante realizzazione di uno scatolare di dimensioni nette interne (2,0x2,0) m e sviluppo totale di 34,0 m.



**Figura 10 – Intervento Tombini121,122,125: Planimetria**



**Figura 11 – Intervento Tombini121,122,125: Sezione longitudinale e prospetto**

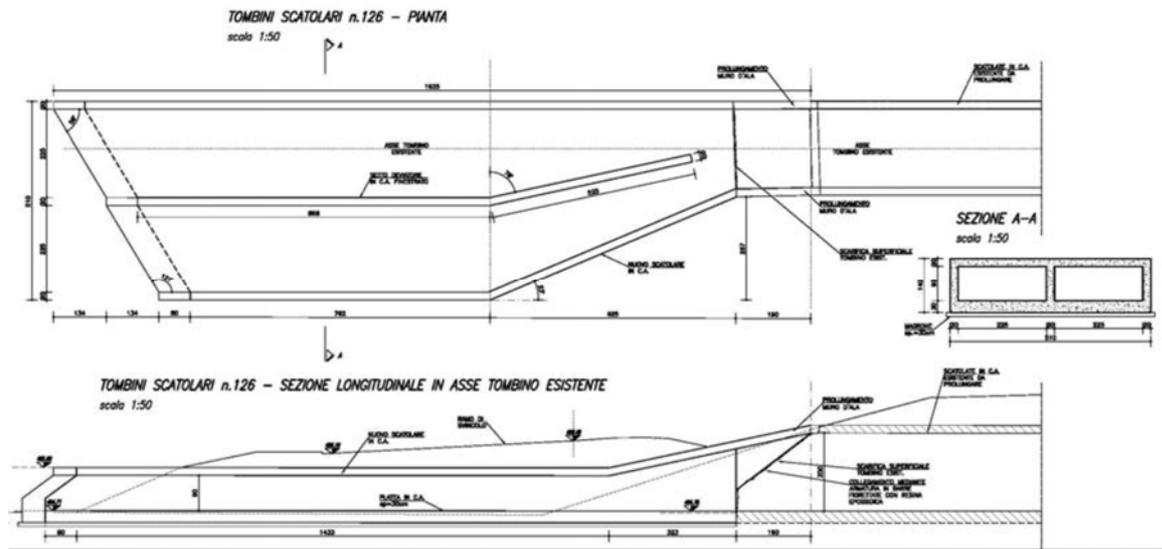


Figura 12 – Intervento Tombino 126: pianta e sezione

Per l'adeguamento della pendenza trasversale del piano viario sarà necessaria la riprofilatura della soletta di estradosso, nel tratto esistente, per i tombini T127,128,129, come da elaborati di progetto.

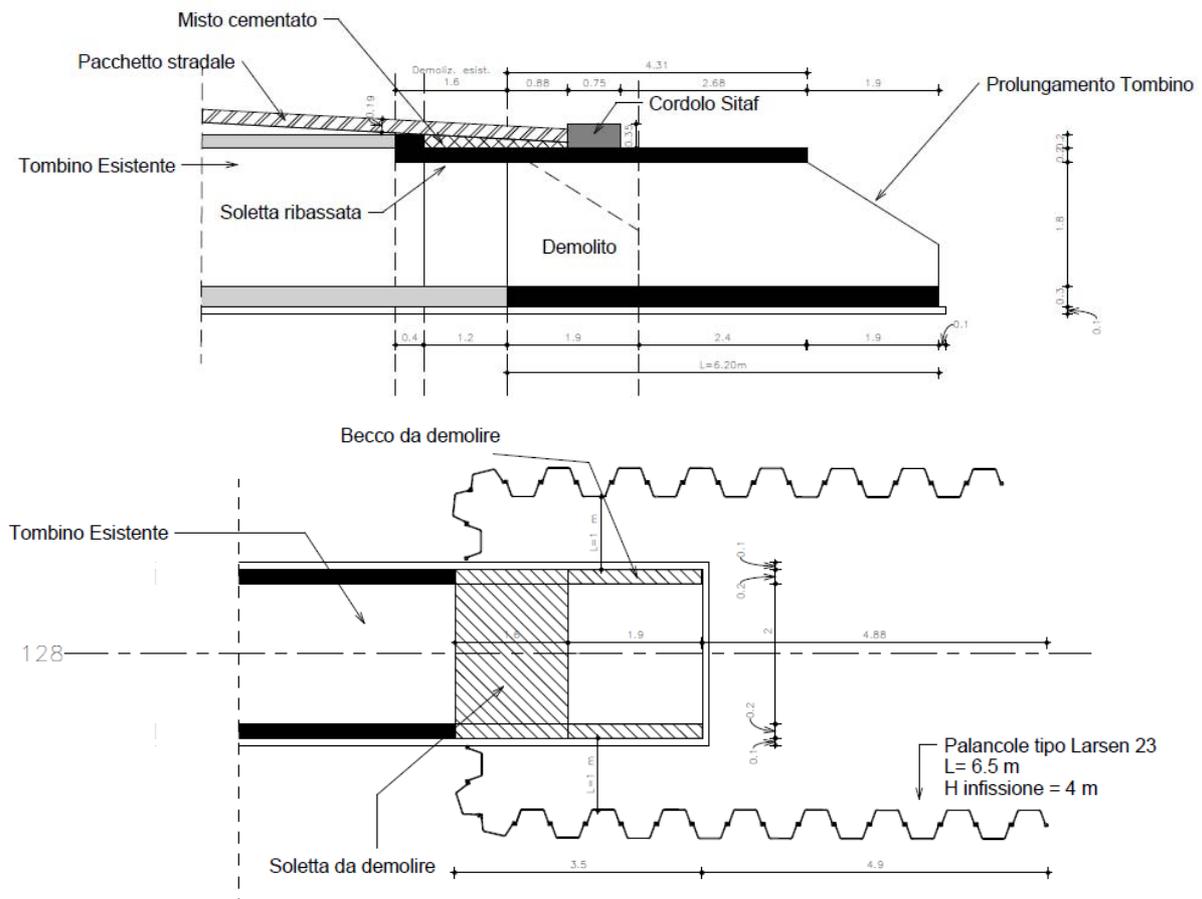


Figura 13 – Intervento adeguamento tombini T 127-128-129

Per essi è prevista la realizzazione di un'opera provvisoria di cinturazione dello stesso, al fine di eseguire le operazioni di progettualmente previste e consistenti in

- demolizione della soletta di copertura sino alla distanza necessario a garantire il ricoprimento della massicciata, previsto in sede di progettazione stradale;
- demolizione della testa delle pareti perimetrali del tombino sino alla quota di progetto;
- realizzazione nuova soletta a quota inferiore e collegamento col tratto esistente, con ammorsamento delle barre esistenti nel nuovo getto e inghisaggio di barre di continuità come da elaborati di progetto;
- realizzazione edl prolungamento tramite esecuzione del nuovo manufatto.

Per tutti i tratti di tombini esistente è prevista, per le superficie interne l'attività di ripristino cui al punto 3.12.4.

La realizzazione dell'opera tipologica di allungamento prevede la sotto riportata sequenza di fasi ed attività:

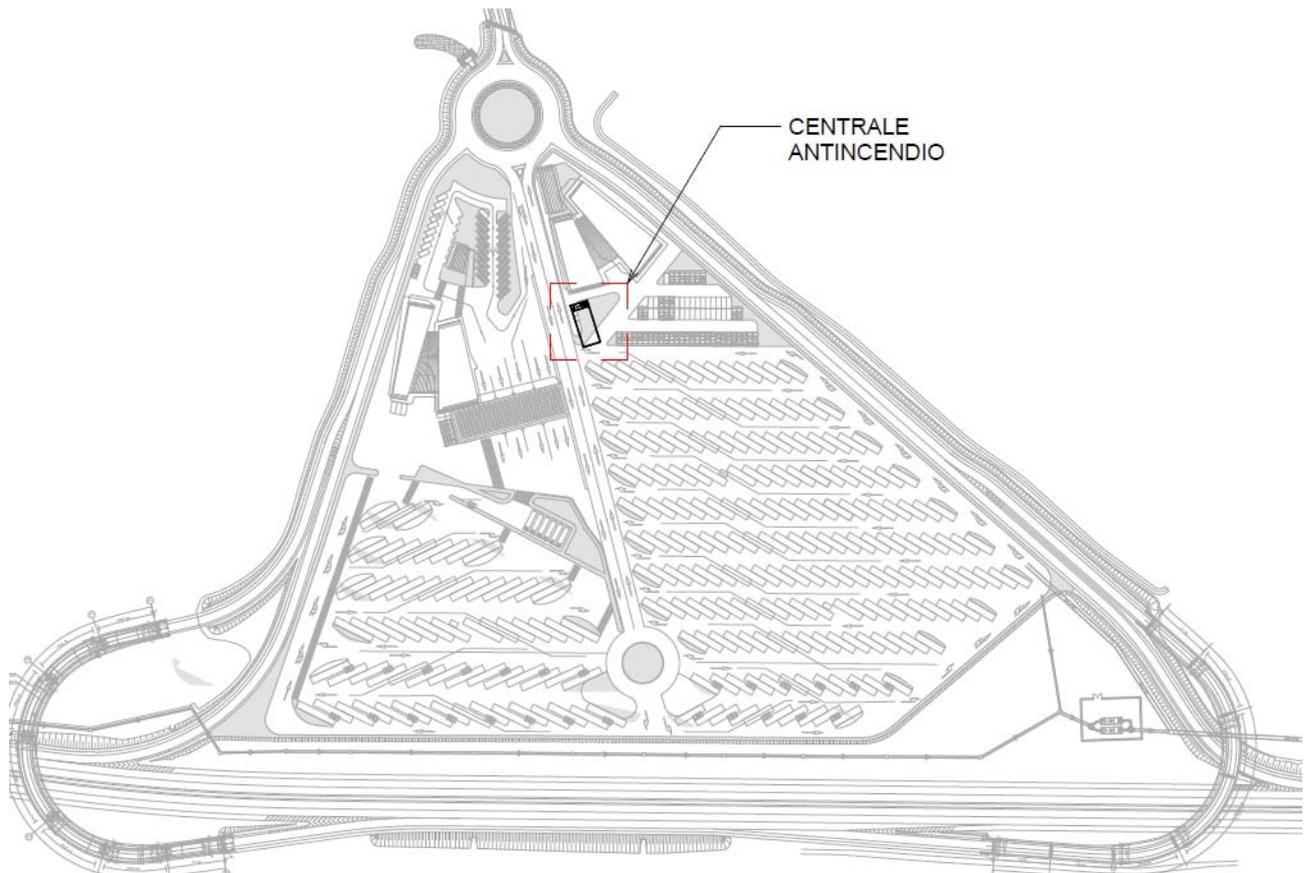
- a) Interventi di interfaccia con strutture esistenti e preparazione nuovi piani di posa
- b) Platea in c.a.
- c) Prolungamento muri d'ala
- d) Nuovi scatolari e setti deviatori
- e) Muri e cordoli di testata
- f) Completamenti ed allestimento velette in c.a.

Per tutti i manufatti è prevista la solidarizzazione tramite post-installazione di barre d'armatura tipo B450C, di continuità dei nuovi getti del tratto di allungamento con i preesistenti manufatti, inghisate con resine per inghisaggi strutturali, come da elaborati di progetto.

## 1.6 Vasca antincendio Security

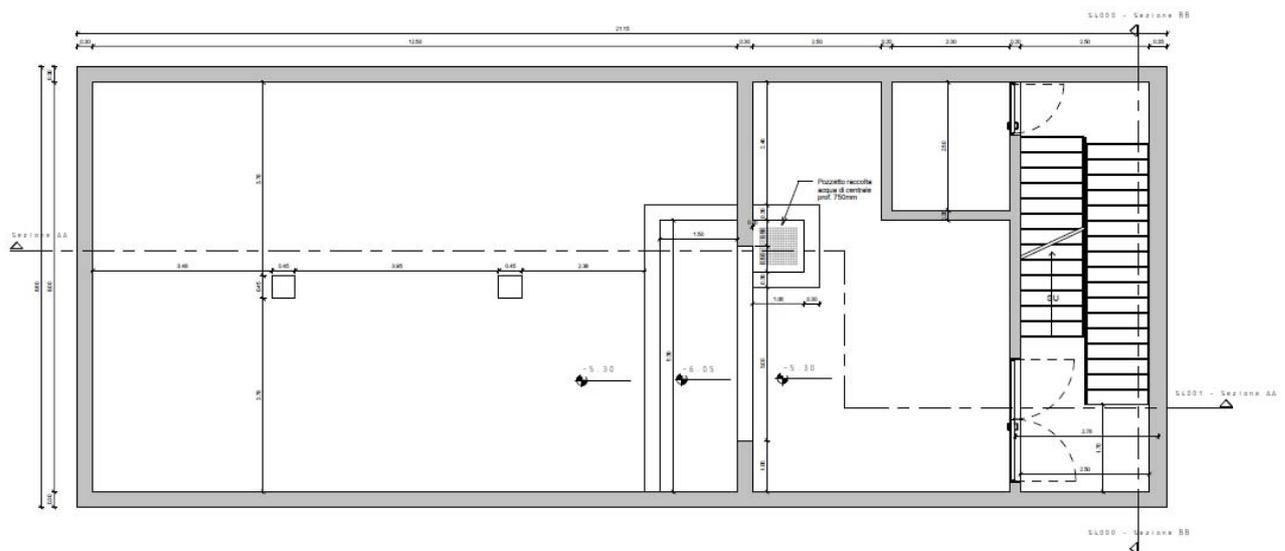
L'area di progetto è interessata dalla realizzazione di una vasca interrata per lo stoccaggio del volume di acqua necessario alle esigenze di protezione antincendio.

L'interramento del manufatto è di 1.20 dal p.c.. Essa sarà realizzata con una struttura in c.a. costituita da pareti contro terra (spessore variabile 30-35cm), platea di fondo, di spessore pari a 30cm, con magrone armato di zavorra avente spessore pari a 50cm, e soletta di copertura in c.a. si spessore pari a 35cm. La zona di stoccaggio del volume idrico sarà delimitata da una muratura in c.a. si spessore pari a 30cm; altre murature di separazione dei locali saranno realizzate sempre con pareti in c.a. come indicato nei disegni strutturali di carpenteria.

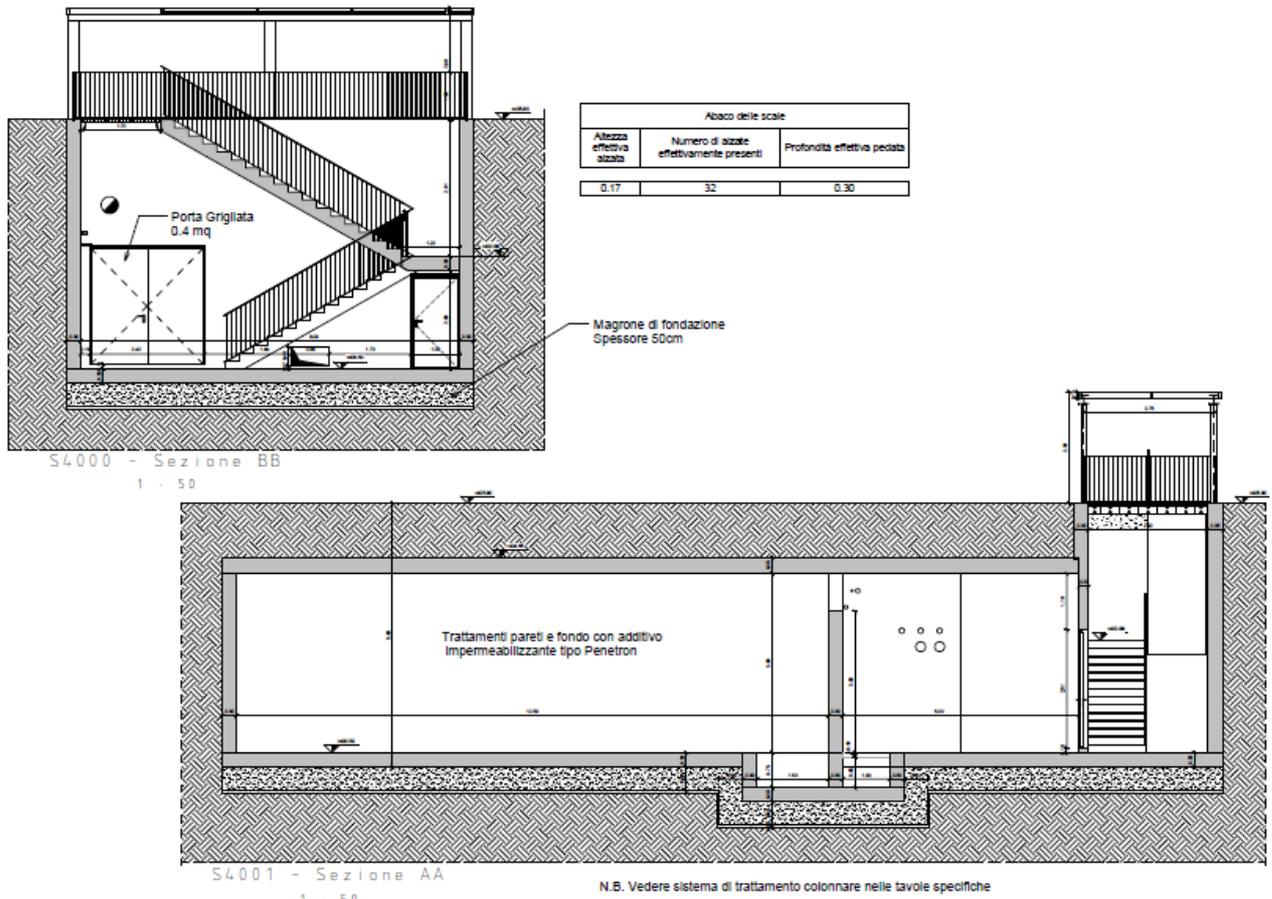


**Figura 14: Ubicazione vaca antincendio**

Le strutture saranno impermeabilizzate sul lato contro terra mediante l'utilizzo di teli bentonitici; la porzione delimitata dal volume di stoccaggio sarà resa impermeabile alla permeazione dello stesso tramite l'utilizzo di calcestruzzi additi vati con sistema impermeabilizzante per cristallizzazione e con malta applicata sulla parete a contatto con l'acqua stoccata con sistema impermeabilizzante per cristallizzazione.

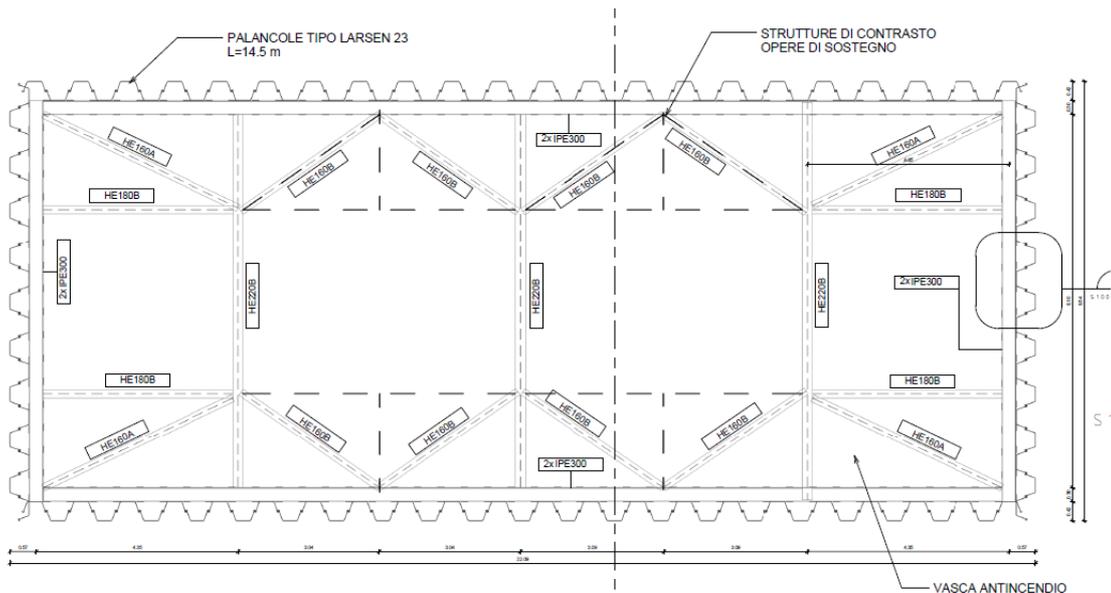


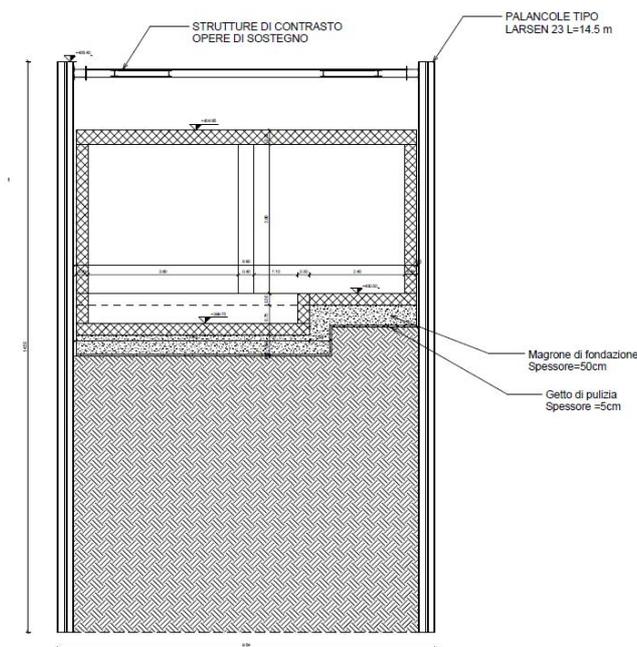
Pianta piano interrato



**Figura 15: Pianta e sezioni vasca**

La realizzazione della vasca è eseguita tramite l'utilizzo di una struttura provvisoria costituita da una palancolata con profili tipo Larsen, adeguatamente ammorzati nel terreno, in modo da garantire la necessaria sicurezza al sifonamento in presenza di falda.





**Figura 16: Pianta e sezione opere provvisionali**

Per la falda è assunto, come da dati disponibili nella relazione geologica dell'intervento, un battente d'acqua posto a 2/2.5m dal p.c.

Il getto delle pareti della vasca avverrà su cassero a perdere posato direttamente contro gli elementi della palancolata. Tra il cassero e la palanca sarà interposto un doppio strato di teflon (PTFE) al fine di agevolare il recupero della palanca.

Considerata la presenza del battente idrico, al fine di garantire la sicurezza al galleggiamento a vuoto del manufatto, è prevista la realizzazione di un getto armato con rete e.s. di zavorra, collegato alla platea strutturale tramite armature di collegamento.

Al fondo scavo sarà disposto un magrone di pulizia, sul quale sarà steso il manto bentonitico che garantirà l'impermeabilità del sistema zavorra-platea, risvoltato in attesa dei teli da posizionarsi sulle pareti perimetrali.

La soletta di copertura sarà impermeabilizzata con guaina bituminosa applicata a caldo e descritta nelle specifiche voci seguenti.

Al disopra della guaina bituminosa medesima sarà eseguita una cappa in c.a. di protezione e ripartizione dei carichi.

Per tutte le tubazioni passanti è prevista la posa di un sistema di sigillatura con cordone bentonite (waterstop) e risvolto dei teli di parete. Per tutte le riprese di getto sarà disposto un water stop.

La realizzazione dell'opera prevede la sotto riportata sequenza di fasi ed attività:

1. Infissione palancole
2. Scavi di approccio per la posa delle strutture metalliche di contrasto
3. Scavi a tergo palancolate e preparazione piani di posa (cls magro)
4. Fondazioni
  - a. Armatura e getto magrone di zavorra in c.a.;
  - b. Armatura e getto platea di fondo in c.a.
5. Realizzazione elevazione muri i c.a.

6. Realizzazione opere interne (muri, scale, predisposizioni impianti ecc.)
7. Realizzazione soletta di copertura
8. Rimozione delle strutture di contrasto
9. Rimozione palancole
10. Esecuzione impermeabilizzazione e cappa di protezione della soletta di copertura
11. Esecuzione delle lavorazioni impiantistiche
12. Reinterro soletta
13. Realizzazione opere fuori terra ed eventuali finiture interne ed esterne.

### ***1.6.1 Descrizione dei sistemi di impermeabilizzazione***

#### ***1.6.1.1 Impermeabilizzazione platea di base con telo bentonitico***

Nella zona di sterro il livello della falda freatica verrà abbassato e mantenuto ad una quota di almeno 50 cm inferiore a quella di scavo. Il fondo della fossa verrà raggugliato con magrone di pulizia accuratamente lisciato a frattazzo, sul quale verranno appoggiati i casseri di fondazione e di zavorra.

L'impermeabilizzazione del piano di fondazione sarà eseguita con guaina bentonitica tipo da posare sopra il magrone di pulizia, ed interesserà il getto di zavorra armato e la platea di fondazione propriamente detta.

La posa in opera dovrà rispettare un sormonto minimo di 20 cm tra i teli, sfalsando i sormonti adiacenti di almeno 30 cm e mantenendo le sovrapposizioni ad una distanza minima di 25 cm dalle riprese di getto più vicine. Il prodotto dovrà essere fissato con chiodi d'acciaio e rondelle in polietilene, con frequenza di almeno 1 punto ogni 70 cm.

I teli saranno dimensioni 2,50x30 m, o 5x30 m, spessore >4 mm (certificato a secco, EN 964/1), e saranno costituiti da un accoppiamento a sandwich di tre strati di "Tessuto-Non-Tessuto" contenente bentonite sodica naturale dal peso complessivo di 5330 g/m, in quantità  $\geq 5$  Kg/mq, avente un coefficiente di permeabilità  $K = 2 \cdot 10^{-11}$  m/s, una portata idraulica  $< 6 \cdot 10^{-9}$  mc/mq/s (ASTM D 5887) un limite di liquidità LL

$> 500\%$ , permeabilità radiale nulla, una forte resistenza allo strappo (trazione) tra il manufatto ed il CLS indurito e una tensione di spellamento tra geotessili  $t \geq 30$  N/10 cm o altri di pari o superiori caratteristiche.

La porzione interessata dallo spessore da magrone di zavorra più platea verrà eseguita prima della stessa risvoltando sul cassero il telo per il successivo raccordo per almeno 100cm.

In tutte le riprese e sormonti dei teli sarà previsto l'utilizzo di una pasta bentonitica specificatamente formulata per eseguire sigillature, stuccature e riparazioni dei teli stessi, secondo le indicazioni del produttore, chimicamente e meccanicamente compatibili con i teli forniti.

#### ***1.6.1.2 Impermeabilizzazione parete controterra/contro cassero con telo bentonitico***

L'impermeabilizzazione delle pareti della vasca, sarà effettuata con la posa di un telo bentonitico fissato contro cassero in legname con chiodature d'acciaio e rondelle in polietilene, con frequenza di almeno 1 punto ogni 60 cm infittendo sui sormonti in modo da evitare spostamenti durante il getto o la rimozione delle successive delle palancole. Il telo delle pareti dovrà essere raccordato per sormonto con quello proveniente dalla zattera di fondazione,

adeguatamente fissato con chiodi d'acciaio e rondelle in polietilene, con frequenza di almeno 1 punto ogni 60 cm.

I teli saranno dimensioni 2,50x30 m, o 5x30 m, spessore >4 mm (certificato a secco, EN 964/1), e saranno costituiti da un accoppiamento a sandwich di tre strati di "Tessuto-Non-Tessuto" contenente bentonite sodica naturale dal peso complessivo di 5330 g/m, in quantità  $\geq 5$  Kg/mq, avente un coefficiente di permeabilità  $K = 2 \cdot 10^{-11}$  m/s, una portata idraulica  $< 6 \cdot 10^{-9}$  mc/mq/s (ASTM D 5887) un limite di liquidità LL

> 500%, permeabilità radiale nulla, una forte resistenza allo strappo (trazione) tra il manufatto ed il CLS indurito e una tensione di spellamento tra geotessili  $t \geq 30$  N/10 cm o altri di pari o superiori caratteristiche.

In tutte le riprese e sormonti dei teli sarà previsto l'utilizzo di una pasta bentonitica specificatamente formulata per eseguire sigillature, stuccature e riparazioni dei teli stessi, secondo le indicazioni del produttore, chimicamente e meccanicamente compatibili con i teli forniti.

### **1.6.1.3 Waterstop**

Nell'interfaccia delle riprese di getto delle opere di fondazione la tenuta all'acqua verrà ottenuta con un Waterstop costituito da un cordone bentonitico idroespansiva con espansione volumetrica superiore al 100% in immersione in acqua. La superficie del calcestruzzo, al momento dell'applicazione del cordone, deve essere pulita e solida. Rimuovere il latte di cemento ed eliminare eventuali detriti depositati durante le operazioni di getto.

Il cordolo sarà fissato ogni 30 cm con chiodi di acciaio mentre, se la superficie è irregolare è preferibile impiegare un adesivo poliuretano o equivalente. La posa del cordone va eseguita immediatamente prima del getto, fissando il cordolo in mezz'ora alla sezione dei getti e comunque a non meno di 10cm dal bordo del getto; le giunzioni avvengono per accostamento dei capi, senza sovrapposizione, per almeno 10 cm.

### **1.6.1.4 Impermeabilizzazione soletta di copertura con guaina bituminosa**

#### Preparazione del supporto

Supporto di base in calcestruzzo monolitico di adeguata consistenza (resistenza minima alla posa  $R_{CK} 250$  kg/cm<sup>2</sup>) atto a ricevere eventuali fissaggi meccanici. Il supporto dovrà avere requisito di pendenza minima per il deflusso delle acque meteoriche (1,5%). Inoltre dovrà essere planare, privo di asperità, ben coeso, asciutto e pulito, con un'adeguata ruvidità superficiale atta all'accoglimento della stratigrafia impermeabile.

Tutte le intersezioni tra piano e verticale dovranno essere adeguatamente preparate con guisce di malta, di adeguata consistenza e a garanzia di resistenza nel tempo, per evitare tensioni anomale delle stratigrafie impermeabili bituminose. In previsione della posa in totale aderenza di membrane bituminose, per garantire una migliore adesione al supporto di base, su tutte le superfici dove verrà successivamente posata la stratigrafia impermeabile si stenderà uno strato di primer bituminoso chimicamente e meccanicamente compatibile con la membrana secondo le specifiche del produttore.

#### 2. Strato di imprimitura (primer)

Fornitura e posa in opera primer bituminoso a base di bitume in emulsione acquosa e additivi, privo di solventi, avente la funzione di modificare le caratteristiche superficiali fisico chimiche del supporto al fine di favorirne il consolidamento corticale e l'aggrappaggio degli elementi o strati superiori. Il Primer sarà privo di qualsiasi tipo di solvente, pertanto non sarà nocivo, a base acquosa evitando il rischio di infiammabilità.

Il prodotto deve rispettare i seguenti valori minimi riportati nella dichiarazione di prestazione:

Massa volumica 20° C 0,90-1,00 Kg/cm<sup>3</sup>

Viscosità a 20°C 20-25" DIN 4

Tempo di essiccazione fuori polvere a 20°C 240 - 360 min

Tempo di essiccazione in profondità 360 - 480 min

Punto di infiammabilità Non infiammabile

La posa dell'imprimitura verrà realizzata mediante rullo, pennello, o spruzzo con airless con ugello avente diametro 0,5 mm a 150 atm, steso sulla totalità della superficie, con uno strato in ragione di 0,150/0,300 kg/m<sup>2</sup>.

Prima delle opere di primerizzazione delle superfici si provvederà ad un test di adesione con due porzioni di membrana facendole aderire sul supporto, la prima su una parte primerizzata e la seconda su una zona priva di primer. Successivamente verrà eseguita una prova di peeling e verrà valutato l'utilizzo dello strato di primer in funzione dell'aderenza riscontrata. Le superfici da verniciare saranno asciutte, prive di oli o polveri sfarinanti. L'imprimitura dovrà penetrare nella superficie cementizia fissando la polvere, ma non deve in nessun caso creare una pellicola continua.

La presenza visiva di chiazze di colore diverso non è indice di mancanza di conformità della posa.

### 3. Elemento di tenuta (primo strato)

Membrana impermeabile bituminosa prefabbricata a base di bitume modificato con polimeri elastoplastomerici (APP), armata con tessuto non tessuto di poliestere stabilizzato con vetro, dello spessore di 4 mm.

La membrana possiede caratteristica di flessibilità alle basse temperature di -15°C da nuova secondo UNI EN 1109 (s.m.i.), di -5°C dopo invecchiamento di 6 mesi a 70°C secondo UNI EN 1296 / UNI EN 1109 (s.m.i.) e stabilità di forma a caldo di 130 °C sia da nuova che dopo invecchiamento, con medesima prova, secondo UNI EN 1296 / UNI EN 1110 (s.m.i.).

La membrana possiederà marcatura CE secondo le direttive specificate nella norma UNI EN 13707 "Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di coperture - Definizioni e caratteristiche" (s.m.i.) per la precisa destinazione d'uso come elemento di tenuta e deve rispettare i valori riportati nelle successive sezioni del presente documento ().

La membrana verrà posata in totale aderenza mediante fiamma di gas propano alla superficie d'accoglienza, previa eventuale adeguata preparazione se necessaria, con sfalsamento longitudinale dei teli. La membrana dovrà essere risvoltata lungo le pareti verticali come descritto nella specifica voce di dettaglio. Le sormonte longitudinali saranno saldate in totale aderenza mediante fiamma di gas propano per almeno 10 cm e quelle di testa per almeno 15 cm. Gli incroci a "T" tra più teli dovranno prevedere uno smusso a 45° negli angoli della membrana ricevente la sovrapposizione.

Nella saldatura delle sormonte di continuità si dovrà operare in modo tale da creare la fuoriuscita uniforme di un cordolino di miscela fusa, indice di sigillatura e corretta saldatura nei punti di sovrapposizione delle membrane. Le operazioni di posa saranno eseguite secondo la regola dell'arte ricondotta dalla norma UNI EN 11333 "Posa di membrane flessibili per l'impermeabilizzazione" (s.m.i.).

### 4. Elemento di tenuta (secondo strato)

Membrana impermeabile bituminosa prefabbricata a base di bitume modificato con polimeri elastoplastomerici trattata con specifico additivo antiradice, armata con tessuto non tessuto di poliestere stabilizzato con vetro, dello spessore di 5 mm.

La membrana possiede caratteristica di flessibilità alle basse temperature di -15°C secondo UNI EN 1109 e stabilità di forma a caldo di 130 °C sia da nuova che dopo invecchiamento di 6 mesi a 70°C secondo UNI EN 1296 / UNI EN 1110 (s.m.i.).

Inoltre, la membrana antiradice sarà conforme ai test di resistenza all'azione perforante delle radici secondo norma UNI EN 13948 *"Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture - Determinazione della resistenza alla penetrazione delle radici"* (s.m.i.), soddisfacendo i requisiti richiesti dalla norma UNI 11235 *"Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione delle opere a verde pensile"* (s.m.i.).

La membrana possiede marcatura CE secondo le direttive specificate nella norma UNI EN 13707 *"Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di coperture - Definizioni e caratteristiche"* (s.m.i.) per la precisa destinazione d'uso come elemento di tenuta e deve rispettare i seguenti valori minimi riportati nelle successive sezioni del presente documento ().

La membrana verrà posata in totale aderenza mediante fiamma di gas propano al primo strato impermeabile, con sfalsamento longitudinale dei teli. Inoltre, dovrà essere sfalsata sia longitudinalmente che trasversalmente rispetto al primo strato a tenuta. La membrana dovrà essere risvoltata lungo le pareti verticali come descritto nella specifica voce di dettaglio. Le sormonte longitudinali saranno saldate in totale aderenza mediante fiamma di gas propano per almeno 10 cm e quelle di testa per almeno 15 cm. Gli incroci a "T" tra più teli dovranno prevedere uno smusso a 45° negli angoli della membrana ricevente la sovrapposizione.

Nella saldatura delle sormonte di continuità si dovrà operare in modo tale da creare la fuoriuscita uniforme di un cordolino di miscela fusa, indice di sigillatura e corretta saldatura nei punti di sovrapposizione delle membrane. Le operazioni di posa saranno eseguite secondo la regola dell'arte ricondotta dalla norma UNI EN 11333 *"Posa di membrane flessibili per l'impermeabilizzazione"* (s.m.i.).

#### **1.6.1.5 Posa fogli in polietilene PTFE**

Fornitura e posa in opera di doppio manto di polietilene PE dello spessore  $s \geq 0,2$  mm, posato sul cassero a perdere in legname, da lato contro la palancolata, al fine di ridurre l'attrito in fase di estrazione e recupero degli elementi metallici della palancola.

I teli di polietilene PE devono essere collegati con tra loro con sovrapposizione di almeno 10 cm.

Tipo di produzione: pressato e sinterizzato

Densità: 2,18 g/cm<sup>3</sup>

Colore: naturale (bianco)

Temperatura d'esercizio: da -200 a +260 °C

Temperatura d'esercizio per brevi periodi: +280 °C

Formato standard: 1200 x 1200 mm

Caratteristiche: bassissimo coefficiente d'attrito, superficie antiaderente, eccezionale resistenza alle alte e alle basse temperature e ai prodotti chimici, buon comportamento dielettrico, buona resistenza alle intemperie

### ***1.6.1.6 Impermeabilizzazione di superfici orizzontali e verticali mediante applicazione di speciale boiaccia cementizia (rivestimento cementizio)***

Sistema di impermeabilizzazione di superfici in calcestruzzo con protezione chimica delle armature, mediante fornitura e posa di speciale boiaccia cementizia (rivestimento cementizio) a pennello, spruzzo o spazzolone, su superfici bagnate a rifiuto, in ragione di 1-1,6 kg. al mq., in una o due mani i cui additivi chimici in miscela con cemento e quarzo causano un'azione catalitica con i composti minerali solubili della matrice in calcestruzzo che genera una formazione cristallina dentritica non solubile all'interno dei pori e dei capillari della matrice, fino ad una profondità che dipende dalla presenza continua di umidità; creando una barriera all'acqua ed ai contaminanti chimici anche in presenza di pressioni idrostatiche negative molto alte.

### ***1.6.1.7 Sigillatura fori passanti per tubazioni***

In corrispondenza di eventuali corpi passanti presenti sulle pareti verticali o in platea, i teli bentonitici devono essere ritagliati in modo da sagomare perfettamente tali elementi.

Circonferenzialmente alla tubazione sarà posto un cordone betonitico, (waterstop, posizionato come indicato nella successiva figura).

Sul lato interno della vasca, il D.L. valuterà per ulteriore garanzia di impermeabilità della vasca, in aggiunta alla prescrizione precedente, l'opportunità di utilizzare dei presidi localizzati anche del mastice idroespansivo specifico per la sigillatura e l'impermeabilizzazione definitiva di corpi passanti e fessurazioni in genere avente le seguenti caratteristiche tecniche (minime)

Peso specifico > 1 kg./l

Espansione volumetrica in acqua distillata > 200%

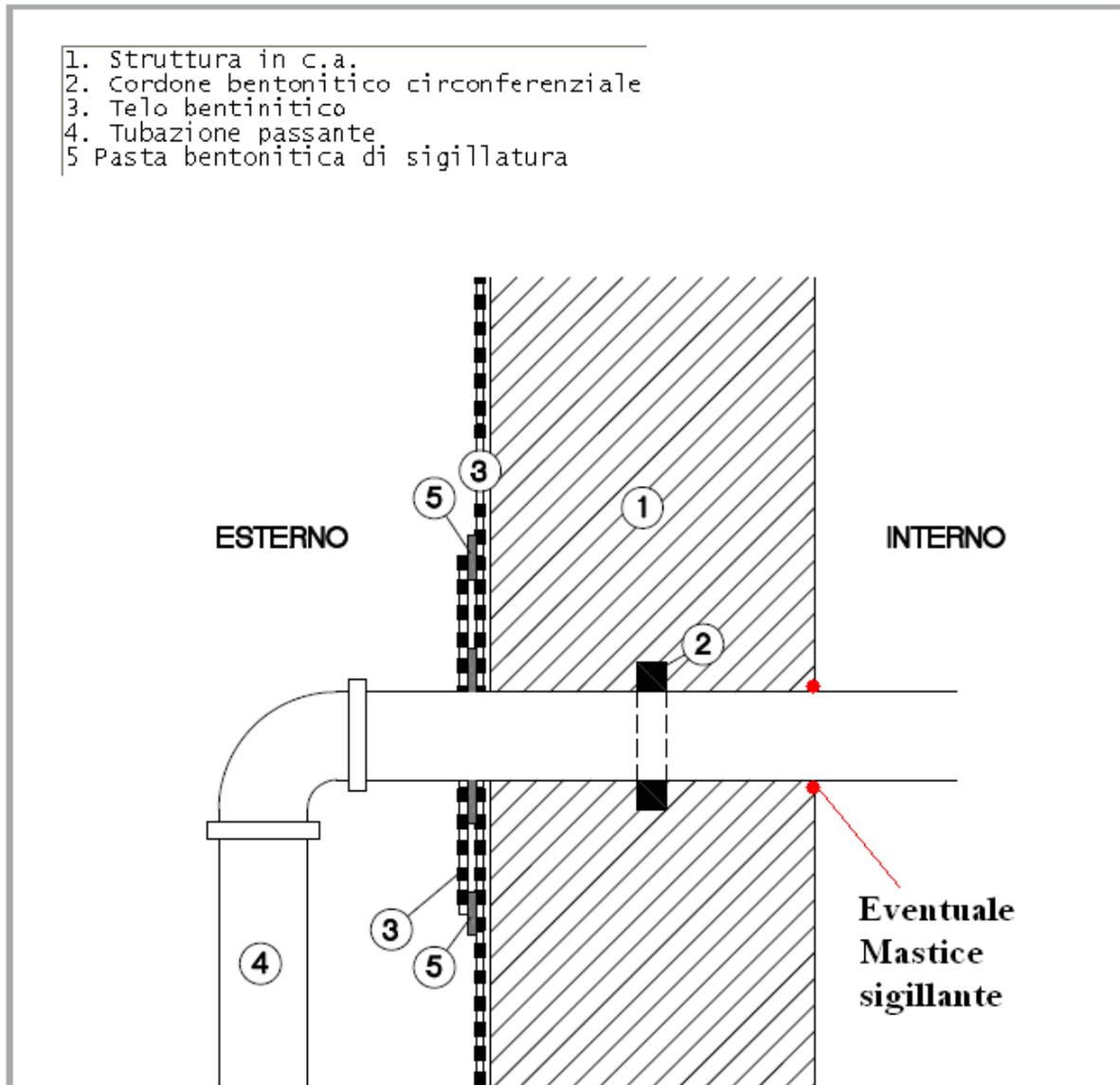
Comportamento agli attacchi chimici buono

Resa circa 30 ml/cartuccia, sezione: 3 x 3 mm

Temperatura di stoccaggio 5÷35°C

Conservabilità 6 mesi dalla data di produzione

Tenuta al battente idrico garantita per colonna d'acqua > 4 m



## 2. PARTE I – QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

### 2.1 Condizioni generali d'accettazione – prove di controllo

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel successivo paragrafo titolante “Caratteristiche dei vari materiali”; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

In particolare per i materiali e prodotti per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE, al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della Marcatura CE, prevista dalla Direttiva 89/106/CEE “Prodotti da costruzione” (CPD), recepita in Italia dal DPR 21/04/1993, n.246, così come modificato dal DPR 10/12/1997, n. 499.

A tal proposito, si riporta in tabella A il riepilogo dei riferimenti delle norme armonizzate ai sensi della direttiva 89/106/CEE con l'indicazione dell'organismo europeo di normalizzazione, della data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata, della data di scadenza del periodo di coesistenza tra la norma armonizzata e la precedente specifica tecnica nazionale.

I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori, la quale dovrà attenersi alle direttive di carattere generale o particolare eventualmente impartite dai competenti Uffici della Società.

L'accettazione dei materiali non è in ogni modo definitiva se non dopo che siano stati posti in opera e l'opera sia stata collaudata.

Quando la Direzione Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, anche se non incluse nelle presenti Norme purché facenti riferimento ad una normativa in uso.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

Le diverse prove ed esami sui campioni saranno effettuate presso i laboratori ufficiali specificati nell'art. 20 della Legge 5/11/1971 n. 1086; la Direzione Lavori potrà a suo giudizio, autorizzare l'esecuzione delle prove presso altri laboratori di sua fiducia.

Tabella A

Organismo europeo di normalizzazione: (1)	Riferimento e titolo della norma (2)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (2)
CEN	EN 40-4:2005  Pali per illuminazione pubblica — Parte 4: Requisiti per pali per illuminazione di calcestruzzo armato e precompresso	—	1.10.2006	1.10.2007
	EN 40-4:2005/AC:2006		1.1.2007	1.1.2007
CEN	EN 40-5:2002  Pali per illuminazione pubblica — Specifiche per pali per illuminazione pubblica di acciaio	—	1.2.2003	1.2.2005
CEN	EN 40-6:2002  Pali per illuminazione pubblica — Requisiti per pali per illuminazione pubblica di alluminio	—	1.2.2003	1.2.2005
CEN	EN 40-7:2002  Pali per illuminazione pubblica — Specifiche per pali per illuminazione pubblica di compositi polimerici fibrinforzati	—	1.10.2003	1.10.2004
CEN	EN 54-3:2001  Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Dispositivi sonori di allarme incendio	—	—	—
	EN 54-3:2001/A1:2002		1.4.2003	30.6.2005
	EN 54-3:2001/A2:2006		1.3.2007	1.6.2009

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 54-4:1997  Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Apparecchiatura di alimentazione  EN 54-4:1997/A1:2002  EN 54-4:1997/A2:2006  EN 54-4:1997/AC:1999	—	—  1.10.2003  1.6.2007  1.6.2005	   31.12.2007  1.6.2008  1.6.2005
CEN	EN 54-5:2000  Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Rivelatori di calore — Rivelatori puntiformi  EN 54-5:2000/A1:2002	—	—  1.4.2003	   30.6.2005
CEN	EN 54-7:2000  Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Rivelatori di fumo — Rilevatori puntiformi funzionanti secondo il principio della diffusione della luce, della trasmissione della luce o della ionizzazione  EN 54-7:2000/A1:2002  EN 54-7:2000/A2:2006	—	—  1.4.2003  1.5.2007	   30.6.2005  1.8.2009
CEN	EN 54-10:2002  Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Rivelatori di fiamma — Rivelatori puntiformi  EN 54-10:2002/A1:2005	—	1.9.2006  1.9.2006	1.9.2008  1.9.2008
CEN	EN 54-11:2001  Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Punti di allarme manuali  EN 54-11:2001/A1:2005	—	1.9.2006  1.9.2006	1.9.2008  1.9.2008
CEN	EN 54-12:2002  Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Rivelatori di fumo — Rivelatori lineari che utilizzano un raggio ottico luminoso	—	1.10.2003	31.12.2005
CEN	EN 54-17:2005  Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Parte 17: Isolatori di corto circuito	—	1.10.2006	1.12.2008
CEN	EN 54-18:2005  Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Parte 18: Requisiti e metodi di prova per dispositivi di ingresso/uscita da utilizzare per percorsi di trasmissione di sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio	—	1.10.2006	1.12.2008

Organismo europeo di normalizzazione: (1)	Riferimento e titolo della norma (2)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (2)
CEN	EN 54-20:2006 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Parte 20: Rivelatori di fumo ad aspirazione	—	1.4.2007	1.7.2009
CEN	EN 54-21:2006 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio — Parte 21: Dispositivi di trasmissione dell'allarme e del segnale di guasto	—	1.3.2007	1.6.2009
CEN	EN 179:1997 Accessori per serramenti — Dispositivi per uscite di emergenza azionati mediante maniglia a leva o piastra a spinta — Requisiti e metodi di prova EN 179:1997/A1:2001 EN 179:1997/A1:2001/AC:2002	—	— 1.4.2002 1.6.2005	— 1.4.2003 1.6.2005
CEN	EN 197-1:2000 Cemento — Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni EN 197-1:2000/A1:2004	—	1.4.2001 1.2.2005	1.4.2002 1.2.2006
CEN	EN 197-4:2004 Cemento — Parte 4: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi d'altoforno con bassa resistenza iniziale	—	1.2.2005	1.2.2006
CEN	EN 295-10:2005 Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami — Parte 10: Requisiti di prestazione	—	1.1.2006	1.1.2007
CEN	EN 413-1:2004 Cemento da muratura — Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità	—	1.12.2004	1.12.2005
CEN	EN 438-7:2005 Laminati decorativi ad alta pressione (HPL) — Pannelli a base di resine termoindurenti (generalmente chiamati laminati) — Parte 7: Laminati stratificati e pannelli compositi HPL per applicazioni su pareti interne ed esterne e su soffitti	—	1.11.2005	1.11.2006
CEN	EN 442-1:1995 Radiatori e convettori — Specifiche tecniche e requisiti EN 442-1:1995/A1:2003	—	— 1.12.2004	— 1.12.2005

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 450-1:2005  Ceneri volanti per calcestruzzo — Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità	—	1.1.2006	1.1.2007
CEN	EN 459-1:2001  Calci da costruzione — Definizioni, specifiche e criteri di conformità	—	1.8.2002	1.8.2003
CEN	EN 490:2004  Tegole di calcestruzzo e relativi accessori per coperture e rivestimenti murari — Specifiche di prodotto	—	1.9.2005	1.6.2007
CEN	EN 492:2004  Lastre piane di fibrocemento e relativi accessori — Specifiche di prodotto e metodi di prova  EN 492:2004/A1:2005  EN 492:2004/A2:2006	—	1.1.2006  1.1.2006  1.7.2007	1.1.2007  1.1.2007  1.7.2008
CEN	EN 494:2004  Lastre nervate di fibrocemento e relativi accessori — Specifiche di prodotto e metodi di prova  EN 494:2004/A1:2005  EN 494:2004/A2:2006	—	1.1.2006  1.1.2006  1.7.2007	1.1.2008  1.1.2007  1.7.2008
CEN	EN 516:2006  Accessori prefabbricati per coperture — Installazioni per l'accesso al tetto — Passerelle, piani di camminamento e scalini posapiede	—	1.11.2006	1.11.2007
CEN	EN 517:2006  Accessori prefabbricati per coperture — Ganci di sicurezza da tetto	—	1.12.2006	1.12.2007
CEN	EN 520:2004  Lastre di gesso — Definizioni, specificazioni e metodi di prova	—	1.9.2005	1.3.2007
CEN	EN 523:2003  Guaine in fogli di acciaio per cavi di precompressione — Terminologia, prescrizioni, controllo della qualità	—	1.6.2004	1.6.2005
CEN	EN 534:2006  Lastre ondulate di betume — Specifica di prodotto e metodi di prova	—	1.4.2007	1.4.2008

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 544:2005  Tegole bituminose con supporti minerali e/o sintetici — Specifica di prodotto e metodi di prova	—	1.10.2006	1.10.2007
CEN	EN 572-9:2004  Vetro per edilizia — Prodotti di base di vetro di silicato sodio-calcico — Parte 9: Valutazione della conformità/Norma di prodotto	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 588-2:2001  Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico — Pozzetti e camere di ispezione	—	1.10.2002	1.10.2003
CEN	EN 671-1:2001  Sistemi fissi di estinzione incendi — Sistemi equipaggiati con tubazioni — Naspi antincendio con tubazioni semirigide  EN 671-1:2001/AC:2002	—	1.2.2002  1.1.2007	1.4.2004  1.1.2007
CEN	EN 671-2:2001  Sistemi fissi di estinzione incendi — Sistemi equipaggiati con tubazioni — Idranti a muro con tubazioni flessibili  EN 671-2:2001/A1:2004	—	1.2.2002  1.3.2007	1.4.2004  1.3.2008
CEN	EN 681-1:1996  Elementi di tenuta in elastomero — Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua — Gomma vulcanizzata  EN 681-1:1996/A1:1998  EN 681-1:1996/A2:2002	—	—  —  1.1.2003	    1.1.2004
CEN	EN 681-2:2000  Elementi di tenuta in elastomero — Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua — Elastomeri termoplastici  EN 681-2:2000/A1:2002	—	—  1.1.2003	  1.1.2004
CEN	EN 681-3:2000  Elementi di tenuta in elastomero — Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua — Materiali cellulari di gomma vulcanizzata  EN 681-3:2000/A1:2002	—	—  1.1.2003	  1.1.2004

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 681-4:2000  Elementi di tenuta in elastomero — Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua — Elementi di tenuta di poliuretano colato  EN 681-4:2000/A1:2002	—	—  1.1.2003	1.1.2004
CEN	EN 682:2002  Elementi di tenuta in elastomero — Requisiti dei materiali elastomerici utilizzati in tubi e raccordi per il trasporto di gas e idrocarburi fluidi	—	1.10.2002	1.12.2003
CEN	EN 771-1:2003  Specifica per elementi per muratura — Elementi per muratura di laterizio  EN 771-1:2003/A1:2005	—	(1.12.2004) 1.4.2005 1.4.2005	1.4.2006 1.4.2006
CEN	EN 771-2:2003  Specifica per elementi per muratura — Elementi di muratura di silicato di calcio  EN 771-2:2003/A1:2005	EN 771-2:2000	(1.12.2004) 1.4.2005 1.4.2005	1.4.2006 1.4.2006
CEN	EN 771-3:2003  Specifica per elementi per muratura — Elementi per muratura di calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri)  EN 771-3:2003/A1:2005	—	(1.12.2004) 1.4.2005 1.4.2005	1.4.2006 1.4.2006
CEN	EN 771-4:2003  Specifica per elementi per muratura — Elementi di muratura di calcestruzzo aerato autoclavato  EN 771-4:2003/A1:2005	—	(1.12.2004) 1.4.2005 1.4.2005	1.4.2006 1.4.2006
CEN	EN 771-5:2003  Specifica per elementi per muratura — Elementi per muratura di pietra agglomerata  EN 771-5:2003/A1:2005	—	(1.3.2005) 1.4.2005 1.4.2005	1.4.2006 1.4.2006
CEN	EN 771-6:2005  Specifica per elementi di muratura — Parte 6: Elementi di muratura di pietra naturale	—	1.8.2006	1.8.2007
CEN	EN 845-1:2003  Specifica per elementi complementari per muratura — Connettori trasversali, incatenamenti orizzontali, ganci e mensole di sostegno	—	1.2.2004	1.2.2005

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 845-2:2003  Specifica per elementi complementari per muratura — Specifica per elementi complementari per muratura	—	1.2.2004	1.4.2006
CEN	EN 845-3:2003  Specifica per elementi complementari per muratura — Armatura di acciaio per giunti orizzontali	—	1.2.2004	1.2.2005
CEN	EN 858-1:2002  Impianti di separazione per liquidi leggeri (ad esempio benzina e petrolio) — Principi di progettazione, prestazione e prove sul prodotto, marcatura e controllo qualità  EN 858-1:2002/A1:2004	—	1.9.2005  1.9.2005	1.9.2006  1.9.2006
CEN	EN 934-2:2001  Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione — Additivi per calcestruzzo — Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura  EN 934-2:2001/A1:2004  EN 934-2:2001/A2:2005	—	1.5.2002  1.7.2005  1.10.2006	1.5.2003  1.7.2005  1.10.2007
CEN	EN 934-3:2003  Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione — Additivi per malte per opere murarie — Parte 3: Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura  EN 934-3:2003/AC:2005	—	1.6.2005  1.6.2005	1.6.2006  1.6.2005
CEN	EN 934-4:2001  Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione — Additivi per malta per cavi di precompressione — Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura	—	1.5.2002	1.5.2003
CEN	EN 997:2003  Apparecchi sanitari — Vasi indipendenti e vasi abbinati a cassetta, con sifone integrato	—	1.12.2004	1.12.2006
CEN	EN 998-1:2003  Specifiche per malte per opere murarie — Malte per intonaci interni ed esterni  EN 998-1:2003/AC:2005	—	1.2.2004  1.6.2006	1.2.2005  1.6.2006
CEN	EN 998-2:2003  Specifiche per malte per opere murarie — Malte da muratura	—	1.2.2004	1.2.2005

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>2</sup> )
CEN	EN 1057:2006  Rame e leghe di rame — Tubi di rame tondi senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento	—	1.3.2007	1.3.2008
CEN	EN 1096-4:2004  Vetro per edilizia — Vetri rivestiti — Parte 4: Valutazione della conformità/Norma di prodotto	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 1123-1:1999  Tubi e raccordi di tubi di acciaio rivestiti a caldo con saldatura longitudinale con giunto a bicchiere per sistemi di acque reflue — Requisiti, prove e controllo qualità  EN 1123-1:1999/A1:2004	—	1.6.2005  1.6.2005	1.6.2006  1.6.2006
CEN	EN 1124-1:1999  Tubi e raccordi di acciaio inossidabile con saldatura longitudinale con giunto a bicchiere per sistemi di acque reflue — Requisiti, prove e controllo di qualità  EN 1124-1:1999/A1:2004	—	1.6.2005  1.6.2005	1.6.2006  1.6.2006
CEN	EN 1125:1997  Accessori per serramenti — Dispositivi antipanico per uscite di sicurezza azionati mediante una barra orizzontale — Requisiti e metodi di prova  EN 1125:1997/A1:2001  EN 1125:1997/A1:2001/AC:2002	—	—  1.4.2002  1.6.2005	  1.4.2003  1.6.2005
CEN	EN 1154:1996  Accessori per serramenti — Dispositivi di chiusura controllata delle porte — Requisiti e metodi di prova  EN 1154:1996/A1:2002	—	—  1.10.2003	  1.10.2004
CEN	EN 1155:1997  Accessori per serramenti — Dispositivi elettromagnetici fermanporta per porte girevoli — Requisiti e metodi di prova  EN 1155:1997/A1:2002	—	—  1.10.2003	  1.10.2004
CEN	EN 1158:1997  Accessori per serramenti — Dispositivi per il coordinamento della sequenza di chiusura delle porte — Requisiti e metodi di prova  EN 1158:1997/A1:2002  EN 1158:1997/A1:2002/AC:2006	—	—  1.10.2003  1.6.2006	  1.10.2004  1.6.2006

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 1168:2005 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Pannelli alveolari	—	1.3.2006	1.3.2008
CEN	EN 1279-5:2005 Vetro per edilizia — Vetrate isolanti — Parte 5: Valutazione della conformità/norma di prodotto	—	1.3.2006	1.3.2007
CEN	EN 1304:2005 Tegole di laterizio per coperture discontinue — Definizioni e specifiche di prodotto	—	1.2.2006	1.2.2007
CEN	EN 1337-3:2005 Appoggi strutturali — Parte 3: Appoggi elastomerici	—	1.1.2006	1.1.2007
CEN	EN 1337-4:2004 Appoggi strutturali — Parte 4: Appoggi a rullo	—	1.2.2005	1.2.2006
CEN	EN 1337-5:2005 Appoggi strutturali — Parte 5: Appoggi a disco elastomerico	—	1.1.2006	1.1.2007
CEN	EN 1337-6:2004 Appoggi strutturali — Parte 6: Appoggi a contatto lineare	—	1.2.2005	1.2.2006
CEN	EN 1337-7:2004 Appoggi strutturali — Parte 7: Appoggi sferici e cilindrici di PTFE	EN 1337-7:2000	1.12.2004	1.6.2005
CEN	EN 1338:2003 Masselli di calcestruzzo per pavimentazione — Requisiti e metodi di prova	—	1.3.2004	1.3.2005
	EN 1338:2003/AC:2006		1.1.2007	1.1.2007
CEN	EN 1339:2003 Lastre di calcestruzzo per pavimentazione — Requisiti e metodi di prova	—	1.3.2004	1.3.2005
	EN 1339:2003/AC:2006		1.1.2007	1.1.2007
CEN	EN 1340:2003 Cordoli di calcestruzzo — Requisiti e metodi di prova	—	1.2.2004	1.2.2005
	EN 1340:2003/AC:2006		1.1.2007	1.1.2007

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>2</sup> )
CEN	EN 1341:2001  Lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne — Requisiti e metodi di prova	—	1.10.2002	1.10.2003
CEN	EN 1342:2001  Cubetti di pietra naturale per pavimentazioni esterne — Requisiti e metodi di prova	—	1.10.2002	1.10.2003
CEN	EN 1343:2001  Cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne — Requisiti e metodi di prova	—	1.10.2002	1.10.2003
CEN	EN 1344:2002  Elementi per pavimentazione di laterizio — Requisiti e metodi di prova	—	1.1.2003	1.1.2004
CEN	EN 1423:1997  Materiali per segnaletica orizzontale — Materiali da postspruzzare — Microsfere di vetro, granuli antiderapanti e loro miscele  EN 1423:1997/A1:2003	—	—  1.5.2004	  1.5.2005
CEN	EN 1433:2002  Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni — Classificazione, requisiti di progettazione e di prova, marcatura e valutazione di conformità  EN 1433:2002/A1:2005	—	1.8.2003  1.1.2006	1.8.2004  1.1.2006
CEN	EN 1457:1999  Camini — Condotti interni di terracotta/ceramica — Requisiti e metodi di prova  EN 1457:1999/A1:2002  EN 1457:1999/AC:2006	—	—  1.8.2003  1.1.2007	  1.8.2004  1.1.2007
CEN	EN 1463-1:1997  Materiali per segnaletica orizzontale — Inserti stradali catarifrangenti — Requisiti delle prestazioni iniziali  EN 1463-1:1997/A1:2003	—	—  1.12.2004	  1.12.2006
CEN	EN 1469:2004  Prodotti di pietra naturale — Lastre per rivestimenti — Requisiti	—	1.7.2005	1.7.2006

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 1504-2:2004  Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo — Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità — Parte 2: Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo	—	1.9.2005	1.1.2009
CEN	EN 1504-3:2005  Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo — Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità — Riparazione strutturale e non strutturale	—	1.10.2006	1.1.2009
CEN	EN 1504-4:2004  Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo — Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità — Parte 4: Incollaggio strutturale	—	1.9.2005	1.1.2009
CEN	EN 1504-5:2004  Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo — Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità — Parte 5: Iniezione del calcestruzzo	—	1.10.2005	1.1.2009
CEN	EN 1504-6:2006  Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo — Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione di conformità — Parte 6: Ancoraggio dell'armatura di acciaio	—	1.6.2007	1.1.2009
CEN	EN 1504-7:2006  Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo — Definizioni, requisiti, controllo e valutazione della conformità — Protezione contro la corrosione delle armature	—	1.6.2007	1.1.2009
CEN	EN 1520:2002  Componenti prefabbricati armati di calcestruzzo alleggerito con struttura aperta	—	1.9.2003	1.9.2004
CEN	EN 1748-1-2:2004  Vetro per edilizia — Prodotti di base speciali — Vetri borosilicati — Parte 1-2: Valutazione di conformità/Norma di prodotto	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 1748-2-2:2004  Vetro per edilizia — Prodotti di base speciali — Parte 2-2: Vetro ceramica — Valutazione della conformità/Norma di prodotto	—	1.9.2005	1.9.2006

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>3</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>2</sup> )
CEN	EN 1806:2006  Camini — Blocchi di laterizio/ceramica per camini a parete singola — Requisiti e metodi di prova	—	1.5.2007	1.5.2008
CEN	EN 1825-1:2004  Separatori di grassi — Parte 1: Principi di progettazione, prestazione e prove, marcatura e controllo qualità  EN 1825-1:2004/AC:2006	—	1.9.2005  1.1.2007	1.9.2006  1.1.2007
CEN	EN 1856-1:2003  Camini — Requisiti per camini metallici — Parte 1: Prodotti per sistemi di camini  EN 1856-1:2003/A1:2006	—	1.4.2004  1.3.2007	1.4.2005  1.3.2008
CEN	EN 1856-2:2004  Camini — prescrizioni per camini metallici — Parte 2: Canne fumarie metalliche e tubazioni di connessione	—	1.5.2005	1.11.2007
CEN	EN 1857:2003  Camini — Componenti — Condotti fumari di calcestruzzo  EN 1857:2003/AC:2005	—	1.5.2004  1.6.2006	1.5.2005  1.6.2006
CEN	EN 1858:2003  Camini — Componenti — Blocchi di calcestruzzo	—	1.5.2004	1.5.2005
CEN	EN 1863-2:2004  Vetro per edilizia — Vetro di silicato sodio-calcico indurito termicamente — Parte 2: Valutazione della conformità/Norma di prodotto	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 1873:2005  Accessori prefabbricati per coperture — Cupole di materie plastiche — Specifica di prodotto e metodi di prova	—	1.10.2006	1.10.2009
CEN	EN 1916:2002  Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali  EN 1916:2002/AC:2003	—	1.8.2003  1.1.2007	23.11.2004  1.1.2007

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 1917:2002  Pozzetti e camere di ispezione di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali	—	1.8.2003	23.11.2004
	EN 1917:2002/AC:2003		1.1.2007	1.1.2007
CEN	EN 1935:2002  Accessori per serramenti — Cerniere ad asse singolo — Requisiti e metodi di prova	—	1.10.2002	1.12.2003
	EN 1935:2002/AC:2003		1.1.2007	1.1.2007
CEN	EN 10025-1:2004  Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali — Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 10210-1:2006  Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura	—	1.2.2007	1.2.2008
CEN	EN 10219-1:2006  Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate — Condizioni tecniche di fornitura	—	1.2.2007	1.2.2008
CEN	EN 10224:2002  Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi incluso l'acqua per il consumo umano — Condizioni tecniche di fornitura	—	1.4.2006	1.4.2007
	EN 10224:2002/A1:2005		1.4.2006	1.4.2007
CEN	EN 10311:2005  Giunzioni per la connessione di tubi e raccordi di acciaio per il trasporto di acqua e di altri liquidi acquosi	—	1.3.2006	1.3.2007
CEN	EN 10312:2002  Tubi saldati di acciaio inossidabile per il convogliamento di liquidi acquosi incluso l'acqua per il consumo umano — Condizioni tecniche di fornitura	—	1.4.2006	1.4.2007
	EN 10312:2002/A1:2005		1.4.2006	1.4.2007

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 12004:2001  Adesivi per piastrelle — Definizioni e specifiche  EN 12004:2001/A1:2002  EN 12004:2001/A1:2002/AC:2002	—	—  1.4.2003  1.6.2005	  1.4.2004  1.6.2005
CEN	EN 12050-1:2001  Impianti di sollevamento delle acque reflue per edifici e cantieri — Principi per costruzione e prove — Impianti di sollevamento per acque reflue contenenti materiale fecale	—	1.11.2001	1.11.2002
CEN	EN 12050-2:2000  Impianti di sollevamento delle acque reflue per edifici e cantieri — Principi per costruzione e prove — Impianti di sollevamento per acque reflue prive di materiale fecale	—	1.10.2001	1.10.2002
CEN	EN 12050-3:2000  Impianti di sollevamento delle acque reflue per edifici e cantieri — Principi per costruzione e prove — Impianti di sollevamento per acque reflue contenenti materiale fecale ad applicazione limitata	—	1.10.2001	1.10.2002
CEN	EN 12050-4:2000  Impianti di sollevamento delle acque reflue per edifici e cantieri — Principi per costruzione e prove — Valvole di non-ritorno per acque reflue prive di materiale fecale e per acque reflue contenenti materiale fecale	—	1.10.2001	1.10.2002
CEN	EN 12057:2004  Prodotti di pietra naturale — Marmette modulari — Requisiti	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 12058:2004  Prodotti di pietra naturale — Lastre per pavimentazioni e per scale — Requisiti	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 12094-1:2003  Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per dispositivi elettrici automatici di comando e gestione spegnimento e di ritardo	—	1.2.2004	1.5.2006
CEN	EN 12094-2:2003  Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per dispositivi non elettrici automatici di comando e gestione spegnimento e di ritardo	—	1.2.2004	1.5.2006
CEN	EN 12094-3:2003  Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per dispositivi manuali di azionamento e di bloccaggio	—	1.1.2004	1.9.2005

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 12094-4:2004  Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Parte 4: Requisiti e metodi di prova per complesso valvola di scarica e rispettivi attuatori	—	1.5.2005	1.8.2007
CEN	EN 12094-5:2006  Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per valvole direzionali e loro attuatori per sistemi a CO <sub>2</sub> in alta e bassa pressione	EN 12094-5:2000	1.2.2007	1.2.2008
CEN	EN 12094-6:2006  Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per dispositivi non elettrici di messa fuori servizio per sistemi a CO <sub>2</sub>	EN 12094-6:2000	1.2.2007	1.2.2008
CEN	EN 12094-7:2000  Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per ugelli per sistemi a CO <sub>2</sub>  EN 12094-7:2000/A1:2005	—	1.10.2001  1.11.2005	1.4.2004  1.11.2006
CEN	EN 12094-8:2006  Installazioni fisse antincendio — Componenti per sistemi a CO <sub>2</sub> — Parte 8: Requisiti e metodi di prova per raccordi flessibili	—	1.2.2007	1.5.2009
CEN	EN 12094-9:2003  Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per rivelatori di incendio speciali	—	1.1.2004	1.9.2005
CEN	EN 12094-10:2003  Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per manometri e pressostati	—	1.2.2004	1.5.2006
CEN	EN 12094-11:2003  Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per dispositivi di pesatura meccanici	—	1.1.2004	1.9.2005
CEN	EN 12094-12:2003  Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per dispositivi di allarme pneumatici	—	1.1.2004	1.9.2005

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 12094-13:2001  Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Componenti di impianti di estinzione a gas — Requisiti e metodi di prova per valvole di ritegno e valvole di non ritorno	—	1.1.2002	1.4.2004
CEN	EN 12101-1:2005  Sistemi per il controllo di fumo e calore — Parte 1: Specificazioni per le barriere antifumo  EN 12101-1:2005/A1:2006	—	1.6.2006  1.12.2006	1.9.2008  1.9.2008
CEN	EN 12101-2:2003  Sistemi per il controllo di fumo e calore — Parte 2: Specifiche per gli evacuatori naturali di fumo e calore	—	1.4.2004	1.9.2006
CEN	EN 12101-3:2002  Sistemi per il controllo di fumo e calore — Specifiche per gli evacuatori forzati di fumo e calore  EN 12101-3:2002/AC:2005	—	1.4.2004  1.1.2006	1.4.2005  1.1.2006
CEN	EN 12101-6:2005  Sistemi per il controllo di fumo e calore — Parte 6: Sistemi di controllo del fumo per differenza di pressione — Kit  EN 12101-6:2005/AC:2006	—	1.4.2006  1.1.2007	1.4.2007  1.1.2007
CEN	EN 12101-10:2005  Sistemi per il controllo di fumo e calore — Parte 10: Alimentazioni	—	1.10.2006	1.1.2009
CEN	EN 12150-2:2004  Vetro per edilizia — Vetro di silicato sodio-calcico di sicurezza temprato termicamente — Parte 2: Valutazione di conformità/ Norma di prodotto	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 12209:2003  Accessori per serramenti — Serrature e chiavistelli — Serrature azionate meccanicamente, chiavistelli e piastre di bloccaggio — Requisiti e metodi di prova  EN 12209:2003/AC:2005	—	1.12.2004  1.6.2006	1.6.2006  1.6.2006
CEN	EN 12259-1:1999 + A1:2001  Installazioni fisse antincendio — Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua — Sprinklers  EN 12259-1:1999 + A1:2001/A2:2004  EN 12259-1:1999 + A1:2001/A3:2006	—	1.4.2002  1.3.2005  1.11.2006	1.9.2005  1.3.2006  1.11.2007

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 12259-2:1999  Installazioni fisse antincendio — Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo di acqua — Valvole di allarme idraulico  EN 12259-2:1999/A1:2001  EN 12259-2:1999/A2:2005  EN 12259-2:1999/AC:2002	—	—  1.1.2002  1.9.2006  1.6.2005	  1.8.2007  1.8.2007  1.6.2005
CEN	EN 12259-3:2000  Installazioni fisse antincendio — Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua — Valvole d'allarme a secco  EN 12259-3:2000/A1:2001  EN 12259-3:2000/A2:2005	—	—  1.1.2002  1.9.2006	  1.8.2007  1.8.2007
CEN	EN 12259-4:2000  Installazioni fisse antincendio — Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua — Allarmi a motore ad acqua  EN 12259-4:2000/A1:2001	—	—  1.1.2002	  1.4.2004
CEN	EN 12259-5:2002  Installazioni fisse antincendio — Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua — Indicatori di flusso	—	1.7.2003	1.9.2005
CEN	EN 12285-2:2005  Serbatoi di acciaio prefabbricati — Parte 2: Serbatoi orizzontali cilindrici a singola e a doppia parete per depositi fuori-terra di liquidi infiammabili e non infiammabili che possono inquinare l'acqua	—	1.1.2006	1.1.2008
CEN	EN 12326-1:2004  Ardesia e prodotti di pietra per coperture discontinue e rivestimenti — Parte 1: Specifiche di prodotto	—	1.5.2005	1.5.2008
CEN	EN 12337-2:2004  Vetro per edilizia — Vetro di silicato sodico-calcico indurito chimicamente — Parte 2: Valutazione della conformità/Norma di prodotto	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 12352:2006  Attrezzatura per il controllo del traffico — Dispositivi luminosi di pericolo e di sicurezza	—	1.2.2007	1.2.2008

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 12368:2006  Attrezzatura per il controllo del traffico — Lanterne semaforiche	—	1.2.2007	1.2.2008
CEN	EN 12380:2002  Valvole di ingresso aria per sistemi di scarico — Requisiti, metodi di prova e valutazione di conformità	—	1.10.2003	1.10.2004
CEN	EN 12416-1:2001  Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Sistemi a polvere — Requisiti e metodi di prova per componenti  EN 12416-1:2001/A1:2004	—	1.1.2002  1.6.2005	1.4.2004  1.6.2005
CEN	EN 12416-2:2001  Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Sistemi a polvere — Progettazione, costruzione e manutenzione	—	1.4.2002	1.4.2004
CEN	EN 12446:2003  Camini — Componenti — Elementi esterni di calcestruzzo	—	1.2.2004	1.2.2005
CEN	EN 12467:2004  Lastre piane di fibrocemento — Specifica di prodotto e metodi di prova  EN 12467:2004/A1:2005  EN 12467:2004/A2:2006	—	1.1.2006  1.1.2006  1.7.2007	1.1.2007  1.1.2007  1.7.2008
CEN	EN 12566-1:2000  Piccoli sistemi di trattamento delle acque reflue fino a 50 PT — Fosse settiche prefabbricate  EN 12566-1:2000/A1:2003	—	—  1.12.2004	—  1.12.2005
CEN	EN 12566-3:2005  Piccoli sistemi di trattamento delle acque reflue fino a 50 PT — Parte 3: Impianti di trattamento delle acque reflue domestiche assemblati in fabbrica e/o in sito	—	1.5.2006	1.7.2008
CEN	EN 12620:2002  Aggregati per calcestruzzo	—	1.7.2003	1.6.2004
CEN	EN 12676-1:2000  Dispositivi anti-abbagliamento per strade — Prestazioni e caratteristiche  EN 12676-1:2000/A1:2003	—	—  1.2.2004	—  1.2.2006

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 12764:2004  Apparecchi sanitari — Specifica per bagni idromassaggio	—	1.10.2005	1.10.2007
CEN	EN 12794:2005  Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Pali di fondazione	—	1.1.2006	1.1.2008
CEN	EN 12809:2001  Caldaie per riscaldamento domestico, indipendenti, a combustibile solido — Potenza termica nominale non maggiore di 50 kW — Requisiti e metodi di prova  EN 12809:2001/A1:2004  EN 12809:2001/AC:2006  EN 12809:2001/A1:2004/AC:2006	—	1.7.2005  1.7.2005  1.1.2007  1.1.2007	1.7.2007  1.7.2007  1.1.2007  1.1.2007
CEN	EN 12815:2001  Termocucine a combustibile solido — Requisiti e metodi di prova  EN 12815:2001/A1:2004  EN 12815:2001/AC:2006  EN 12815:2001/A1:2004/AC:2006	—	1.7.2005  1.7.2005  1.1.2007  1.1.2007	1.7.2007  1.7.2007  1.1.2007  1.1.2007
CEN	EN 12839:2001  Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Elementi per recinzioni	—	1.3.2002	1.3.2003
CEN	EN 12843:2004  Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Antenne e pali	—	1.9.2005	1.9.2007
CEN	EN 12859:2001  Blocchi di gesso — Definizioni, requisiti e metodi di prova  EN 12859:2001/A1:2004	—	1.4.2002  1.6.2005	1.4.2003  1.6.2005
CEN	EN 12860:2001  Adesivi a base di gesso per blocchi di gesso — Definizioni, requisiti e metodi di prova	—	1.4.2002	1.4.2003
CEN	EN 12878:2005  Pigmenti per la colorazione di materiali da costruzione a base di cemento e/o calce — Specifiche e metodi di prova  EN 12878:2005/AC:2006	—	1.3.2006  1.1.2007	1.3.2007  1.1.2007

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>3</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>2</sup> )
CEN	EN 12951:2004  Accessori prefabbricati per coperture — Scale permanentemente fissate per coperture — Specifica di prodotto e metodi di prova	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 12966-1:2005  Segnaletica verticale per il traffico stradale — Pannelli a messaggio variabile — Parte 1: Norma di prodotto	—	1.2.2006	1.2.2007
CEN	EN 13024-2:2004  Vetro per edilizia — Vetro di borosilicato di sicurezza temprato termicamente — Parte 2: Valutazione della conformità/Norma di prodotto	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 13043:2002  Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico  EN 13043:2002/AC:2004	—	1.7.2003  1.6.2006	1.6.2004  1.6.2006
CEN	EN 13055-1:2002  Aggregati leggeri — Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione	—	1.3.2003	1.6.2004
CEN	EN 13055-2:2004  Aggregati leggeri — Parte 2: Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati	—	1.5.2005	1.5.2006
CEN	EN 13063-1:2005  Camini — Camini sistema con condotti di terracotta/ceramica — Parte 1: Requisiti e metodi di prova per la resistenza al fuoco da fuliggine	—	1.10.2006	1.10.2008
CEN	EN 13063-2:2005  Camini — Sistemi di camini con condotti di terracotta/ceramica — Parte 2: Requisiti e metodi di prova in condizioni umide	—	1.3.2006	1.3.2007
CEN	EN 13069:2005  Camini — Pareti esterne di laterizio/ceramica per sistemi di canne fumarie — Requisiti e metodi di prova	—	1.5.2006	1.5.2007
CEN	EN 13084-5:2005  Camini industriali strutturalmente indipendenti — Parte 5: Materiali per pareti interne di mattoni — Specifiche di prodotto  EN 13084-5:2005/AC:2006	—	1.4.2006  1.1.2007	1.4.2007  1.1.2007

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 13084-7:2005  Camini strutturalmente indipendenti — Parte 7: Specifiche di prodotto applicabili ad elementi cilindrici di acciaio da utilizzare per camini di acciaio a parete singola e per pareti interne di acciaio	—	1.8.2006	1.8.2007
CEN	EN 13101:2002  Gradini per camere di ispezione sotterranee — Requisiti, marcatura, prove e valutazione di conformità	—	1.8.2003	1.8.2004
CEN	EN 13108-1:2006  Miscele bituminose — Specifiche del materiale — Parte 1: Conglomerato bituminoso prodotto a caldo	—	1.3.2007	1.3.2008
CEN	EN 13108-2:2006  Miscele bituminose — Specifiche del materiale — Parte 2: Conglomerato bituminoso per strati molto sottili	—	1.3.2007	1.3.2008
CEN	EN 13108-3:2006  Miscele bituminose — Specifiche del materiale — Parte 3: Conglomerato con bitume molto tenero	—	1.3.2007	1.3.2008
CEN	EN 13108-4:2006  Miscele bituminose — Specifiche del materiale — Parte 4: Conglomerato bituminoso chiodato	—	1.3.2007	1.3.2008
CEN	EN 13108-5:2006  Miscele bituminose — Specifiche del materiale — Parte 5: Conglomerato bituminoso antisdrucchiolo chiuso	—	1.3.2007	1.3.2008
CEN	EN 13108-6:2006  Miscele bituminose — Specifiche del materiale — Parte 6: Asfalto colato	—	1.3.2007	1.3.2008
CEN	EN 13108-7:2006  Miscele bituminose — Specifiche del materiale — Parte 7: Conglomerato bituminoso ad elevato tenore di vuoti	—	1.3.2007	1.3.2008
CEN	EN 13139:2002  Aggregati per malta	—	1.3.2003	1.6.2004
CEN	EN 13160-1:2003  Sistemi di rivelazione delle perdite — Principi generali	—	1.3.2004	1.3.2005

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>2</sup> )
CEN	EN 13162:2001  Isolanti termici per edilizia — Prodotti di lana minerale ottenuti in fabbrica — Specificazione	—	1.3.2002	13.5.2003
	EN 13162:2001/AC:2005		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13163:2001  Isolanti termici per edilizia — Prodotti di polistirene espanso ottenuti in fabbrica — Specificazione	—	1.3.2002	13.5.2003
	EN 13163:2001/AC:2005		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13164:2001  Isolanti termici per edilizia — Prodotti di polistirene espanso estruso ottenuti in fabbrica — Specificazione	—	1.3.2002	13.5.2003
	EN 13164:2001/A1:2004		1.12.2004	1.12.2004
	EN 13164:2001/AC:2005		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13165:2001  Isolanti termici per edilizia — Prodotti di poliuretano espanso rigido ottenuti in fabbrica — Specificazione	—	1.3.2002	13.5.2003
	EN 13165:2001/A1:2004	—	1.12.2004	1.12.2004
	EN 13165:2001/A2:2004		1.1.2006	1.1.2007
	EN 13165:2001/AC:2005		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13166:2001  Isolanti termici per edilizia — Prodotti di resine fenoliche espanse ottenuti in fabbrica — Specificazione	—	1.3.2002	13.5.2003
	EN 13166:2001/A1:2004	—	1.12.2004	1.12.2004
	EN 13166:2001/AC:2005		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13167:2001  Isolanti termici per edilizia — Prodotti di vetro cellulare ottenuti in fabbrica — Specificazione	—	1.3.2002	13.5.2003
	EN 13167:2001/A1:2004	—	1.12.2004	1.12.2004
	EN 13167:2001/AC:2005		1.6.2006	1.6.2006

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 13168:2001  Isolanti termici per edilizia — Prodotti di lana di legno ottenuti in fabbrica — Specificazione	—	1.3.2002	13.5.2003
	EN 13168:2001/A1:2004	—	1.12.2004	1.12.2004
	EN 13168:2001/AC:2005		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13169:2001  Isolanti termici per edilizia — Prodotti di perlite espansa ottenuti in fabbrica — Specificazione	—	1.3.2002	13.5.2003
	EN 13169:2001/A1:2004	—	1.12.2004	1.12.2004
	EN 13169:2001/AC:2005		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13170:2001  Isolanti termici per edilizia — Prodotti di sughero espanso ottenuti in fabbrica — Specificazione	—	1.3.2002	13.5.2003
	EN 13170:2001/AC:2005		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13171:2001  Isolanti termici per edilizia — Prodotti di fibre di legno ottenuti in fabbrica — Specificazione	—	1.3.2002	13.5.2003
	EN 13171:2001/A1:2004	—	1.12.2004	1.12.2004
	EN 13171:2001/AC:2005		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13224:2004  Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Elementi nervati per pavimentazioni	—	1.9.2005	1.9.2007
	EN 13224:2004/AC:2005		1.6.2005	1.6.2005
CEN	EN 13225:2004  Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Elementi strutturali lineari	—	1.9.2005	1.9.2007
CEN	EN 13229:2001  Termocaminetti e caminetti aperti, a combustibile solido — Requisiti e metodi di prova	—	1.7.2005	1.7.2007
	EN 13229:2001/A1:2003		1.6.2006	1.6.2007
	EN 13229:2001/A2:2004		1.7.2005	1.7.2007
	EN 13229:2001/AC:2006		1.1.2007	1.1.2007
	EN 13229:2001/A2:2004/AC:2006		1.1.2007	1.1.2007

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>2</sup> )
CEN	EN 13240:2001	—	1.7.2005	1.7.2007
	Stufe a combustibile solido — Requisiti e metodi di prova			
	EN 13240:2001/A2:2004		1.7.2005	1.7.2007
	EN 13240:2001/AC:2006		1.1.2007	1.1.2007
	EN 13240:2001/A2:2004/AC:2006		1.1.2007	1.1.2007
CEN	EN 13241-1:2003	—	1.5.2004	1.5.2005
	Porte e cancelli industriali, commerciali e da garage — Norma di prodotto — Prodotti senza caratteristiche di resistenza al fuoco o controllo del fumo			
CEN	EN 13242:2002	—	1.10.2003	1.6.2004
	Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade			
	EN 13242:2002/AC:2004		1.1.2007	1.1.2007
CEN	EN 13249:2000	—	1.10.2001	1.10.2002
	Geotessili e prodotti affini — Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico (escluse ferrovie e l'inclusione in conglomerati bituminosi)			
	EN 13249:2000/A1:2005		1.11.2005	1.11.2006
CEN	EN 13250:2000	—	1.10.2001	1.10.2002
	Geotessili e prodotti affini — Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di ferrovie			
	EN 13250:2000/A1:2005		1.6.2006	1.6.2007
CEN	EN 13251:2000	—	1.10.2001	1.10.2002
	Geotessili e prodotti affini — Caratteristiche richieste per l'impiego nelle costruzioni di terra, nelle fondazioni e nelle strutture di sostegno			
	EN 13251:2000/A1:2005		1.6.2006	1.6.2007
CEN	EN 13252:2000	—	1.10.2001	1.10.2002
	Geotessili e prodotti affini — Caratteristiche richieste per l'impiego nei sistemi drenanti			
	EN 13252:2000/A1:2005		1.6.2006	1.6.2007

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 13253:2000  Geotessili e prodotti affini — Caratteristiche richieste per l'impiego nelle opere di controllo dell'erosione (protezione delle coste, rivestimenti di sponda)	—	1.10.2001	1.10.2002
	EN 13253:2000/A1:2005		1.6.2006	1.6.2007
CEN	EN 13254:2000  Geotessili e prodotti affini — Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di bacini e dighe	—	1.10.2001	1.10.2002
	EN 13254:2000/A1:2005		1.6.2006	1.6.2007
	EN 13254:2000/AC:2003		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13255:2000  Geotessili e prodotti affini — Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di canali	—	1.10.2001	1.10.2002
	EN 13255:2000/A1:2005		1.6.2006	1.6.2007
	EN 13255:2000/AC:2003		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13256:2000  Geotessili e prodotti affini — Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di gallerie e strutture in sotterraneo	—	1.10.2001	1.10.2002
	EN 13256:2000/A1:2005		1.6.2006	1.6.2007
	EN 13256:2000/AC:2003		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13257:2000  Geotessili e prodotti affini — Caratteristiche richieste per l'impiego in discariche per rifiuti solidi	—	1.10.2001	1.10.2002
	EN 13257:2000/A1:2005		1.6.2006	1.6.2007
	EN 13257:2000/AC:2003		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13263-1:2005  Fumi di silice — Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità	—	1.4.2006	1.4.2007

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>2</sup> )
CEN	EN 13265:2000	—	1.10.2001	1.10.2002
	Geotessili e prodotti affini — Caratteristiche richieste per l'impiego nei progetti di contenimento di rifiuti liquidi			
	EN 13265:2000/A1:2005		1.6.2006	1.6.2007
	EN 13265:2000/AC:2003		1.6.2006	1.6.2006
CEN	EN 13279-1:2005	—	1.4.2006	1.4.2007
	Leganti e intonaci a base di gesso — Parte 1: Definizioni e requisiti			
CEN	EN 13310:2003	—	1.2.2004	1.2.2006
	Lavelli da cucina — Requisiti funzionali e metodi di prova			
CEN	EN 13341:2005	—	1.1.2006	1.1.2009
	Serbatoi statici di materiale termoplastico per immagazzinaggio fuori terra di oli combustibili domestici, cherosene e gasolio — Serbatoi di polietilene fabbricati per soffiaggio (blow moulded), di polietilene fabbricati per stampaggio rotazionale e di poliammide 6 fabbricati tramite polimerizzazione anionica — Requisiti e metodi di prova			
CEN	EN 13361:2004	—	1.9.2005	1.9.2006
	Geosintetici con funzione barriera — Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di bacini e dighe			
	EN 13361:2004/A1:2006		1.6.2007	1.6.2008
CEN	EN 13362:2005	—	1.2.2006	1.2.2007
	Geosintetici con funzione barriera — Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di canali			
CEN	EN 13383-1:2002	—	1.3.2003	1.6.2004
	Aggregati per opere di protezione (armourstone) — Specifiche			
CEN	EN 13450:2002	—	1.10.2003	1.6.2004
	Aggregati per massicciate per ferrovie			
	EN 13450:2002/AC:2004		1.1.2007	1.1.2007
CEN	EN 13454-1:2004	—	1.7.2005	1.7.2006
	Leganti, leganti compositi e miscele realizzate in fabbrica per massetti a base di solfato di calcio — Parte 1: Definizioni e requisiti			

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 13479:2004  Materiali di apporto per saldatura — Norma di prodotto generale per i metalli di apporto e i flussi utilizzati nella saldatura per fusione dei materiali metallici	—	1.10.2005	1.10.2006
CEN	EN 13491:2004  Geosintetici con funzione barriera — Caratteristiche richieste per l'impiego come barriere ai fluidi nella costruzione di gallerie e strutture in sotterraneo  EN 13491:2004/A1:2006	—	1.9.2005  1.6.2007	1.9.2006  1.6.2008
CEN	EN 13492:2004  Geosintetici con funzione barriera — Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di discariche per smaltimento, di opere di trasferimento o di contenimento secondario di rifiuti liquidi  EN 13492:2004/A1:2006	—	1.9.2005  1.6.2007	1.9.2006  1.6.2008
CEN	EN 13493:2005  Geosintetici con funzione barriera — Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di discariche per accumulo e smaltimento di rifiuti solidi	—	1.3.2006	1.3.2007
CEN	EN 13502:2002  Camini — Requisiti e metodi di prova per terminali di terracotta/ceramica	—	1.8.2003	1.8.2004
CEN	EN 13561:2004  Tende esterne — Requisiti prestazionali compresa la sicurezza	—	1.3.2005	1.3.2006
CEN	EN 13564-1:2002  Dispositivi anti-allagamento per edifici — Requisiti	—	1.5.2003	1.5.2004
CEN	EN 13565-1:2003  Sistemi fissi di lotta contro l'incendio — Sistemi a schiuma — Requisiti e metodi di prova per componenti	—	1.12.2004	1.3.2008
CEN	EN 13616:2004  Dispositivi di troppopieno per serbatoi statici per combustibili liquidi derivati dal petrolio  EN 13616:2004/AC:2006	—	1.5.2005  1.6.2006	1.5.2006  1.6.2006
CEN	EN 13658-1:2005  Profili e bordi di metallo — Definizioni, requisiti e metodi di prova — Parte 1: Intonaco per interno	—	1.3.2006	1.3.2007

Organismo europeo di normalizzazione: (1)	Riferimento e titolo della norma (2)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (2)
CEN	EN 13658-2:2005 Profili e bordi di metallo — Definizioni, requisiti e metodi di prova — Parte 2: Intonaco per esterno	—	1.3.2006	1.3.2007
CEN	EN 13659:2004 Chiusure oscuranti — Requisiti prestazionali compresa la sicurezza	—	1.4.2005	1.4.2006
CEN	EN 13693:2004 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Elementi speciali per coperture	—	1.6.2005	1.6.2007
CEN	EN 13707:2004 Membrane flessibili per impermeabilizzazione — Membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di coperture — Definizioni e caratteristiche	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 13747:2005 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Lastre per solai	—	1.5.2006	1.5.2008
CEN	EN 13748-1:2004 Piastrille di graniglia — Parte 1: Piastrille di graniglia per uso interno EN 13748-1:2004/A1:2005 EN 13748-1:2004/AC:2005	—	1.6.2005 1.4.2006 1.6.2005	1.10.2006 1.10.2006 1.6.2005
CEN	EN 13748-2:2004 Piastrille di graniglia — Parte 2: Piastrille di graniglia per uso esterno	—	1.4.2005	1.4.2006
CEN	EN 13813:2002 Massetti e materiali per massetti — Materiali per massetti — Proprietà e requisiti	—	1.8.2003	1.8.2004
CEN	EN 13815:2006 Intonaco a base di gesso rinforzato con fibre — Definizioni, requisiti e metodi di prova	—	1.6.2007	1.6.2008
CEN	EN 13830:2003 Facciate continue — Norma di prodotto	—	1.12.2004	1.12.2005
CEN	EN 13859-1:2005 Membrane flessibili per impermeabilizzazione — Definizioni e caratteristiche dei sottostrati — Parte 1: Sottostrati per coperture discontinue	—	1.1.2006	1.1.2007

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 13859-2:2004  Membrane flessibili per impermeabilizzazione — Definizioni e caratteristiche dei sottostrati — Parte 2: Sottostrati murari	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 13877-3:2004  Pavimentazioni a base di calcestruzzo — Parte 3: Specifiche per elementi di collegamento da utilizzare nelle pavimentazioni a base di calcestruzzo	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 13950:2005  Lastre di gesso rivestito accoppiate con pannelli isolanti termo/acustici — Definizioni, requisiti e metodi di prova	—	1.9.2006	1.9.2007
CEN	EN 13956:2005  Membrane flessibili per l'impermeabilizzazione di coperture — Membrane di materia plastica o gomma per l'impermeabilizzazione di coperture — Definizioni e caratteristiche  EN 13956:2005/AC:2006	—	1.7.2006  1.1.2007	1.7.2007  1.1.2007
CEN	EN 13963:2005  Materiali di giunzione per lastre di gesso — Definizioni, requisiti e metodi di prova  EN 13963:2005/AC:2006	—	1.3.2006  1.1.2007	1.3.2007  1.1.2007
CEN	EN 13964:2004  Controsoffitti — Requisiti e metodi di prova	—	1.1.2005	1.7.2007
CEN	EN 13967:2004  Membrane flessibili per impermeabilizzazione — Membrane di materiale plastico e di gomma impermeabili all'umidità incluse membrane di materiale plastico e di gomma destinate ad impedire la risalita di umidità dal suolo — Definizioni e caratteristiche	—	1.10.2005	1.10.2006
CEN	EN 13969:2004  Membrane flessibili per impermeabilizzazione — Membrane bituminose destinate ad impedire la risalita di umidità dal suolo — Definizioni e caratteristiche	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 13970:2004  Membrane flessibili per impermeabilizzazione — Strati bituminosi per il controllo del vapore — Definizioni e caratteristiche	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 13978-1:2005  Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Garage prefabbricati di calcestruzzo — Parte 1: Requisiti per garage di calcestruzzo armato realizzati con elementi monolitici o composti da sezioni individuali con dimensioni di un modulo	—	1.3.2006	1.3.2008

Organismo europeo di normalizzazione: (1)	Riferimento e titolo della norma (2)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza (2)
CEN	EN 13984:2004 Membrane flessibili per impermeabilizzazione — Strati di plastica e di gomma per il controllo del vapore — Definizioni e caratteristiche	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 13986:2004 Pannelli a base di legno per l'utilizzo nelle costruzioni — Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura	EN 13986:2002	1.6.2005	1.6.2006
CEN	EN 14016-1:2004 Leganti per massetti a base di magnesite — Magnesia caustica e cloruro di magnesio — Definizioni, requisiti	—	1.12.2004	1.12.2005
CEN	EN 14037-1:2003 Strisce radianti a soffitto alimentate con acqua a temperatura minore di 120 C — Parte 1: Specifiche tecniche e requisiti	—	1.2.2004	1.2.2005
CEN	EN 14041:2004 Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni — Caratteristiche essenziali EN 14041:2004/AC:2006	—	(1.6.2005) 1.1.2006 1.1.2007	1.1.2007 1.1.2007
CEN	EN 14063-1:2004 Isolanti termici per edilizia — Prodotti di aggregati leggeri di argilla espansa realizzati in situ — Parte 1: Specifiche per i prodotti sfusi prima della messa in opera	—	1.6.2005	1.6.2006
CEN	EN 14080:2005 Strutture di legno — Legno lamellare incollato — Requisiti	—	1.4.2006	1.4.2009
CEN	EN 14081-1:2005 Strutture di legno — Legno strutturale con sezione trasversale rettangolare, classificato scondo la resistenza meccanica — Parte 1: Requisiti generali	—	1.9.2006	1.9.2007
CEN	EN 14178-2:2004 Vetro per edilizia — Prodotti di base di vetro a matrice alcalina — Parte 2: Valutazione della conformità/Norma di prodotto	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 14179-2:2005 Vetro per edilizia — Vetro di sicurezza di silicato sodio-calcio temprato termicamente e sottoposto ad heat soak test — Parte 2: Valutazione della conformità/norma di prodotto	—	1.3.2006	1.3.2007
CEN	EN 14188-1:2004 Filler e materiali per la sigillatura dei giunti — Parte 1: Specifiche per materiali per la sigillatura applicati a caldo	—	1.7.2005	1.1.2007

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 14188-2:2004  Filler e materiali per la sigillatura dei giunti — Parte 2: Specifiche per materiali per la sigillatura applicati a freddo	—	1.10.2005	1.1.2007
CEN	EN 14188-3:2006  Filler e materiali per la sigillatura dei giunti — Parte 3: Specifiche per materiali per la sigillatura di giunti preformati	—	1.11.2006	1.11.2007
CEN	EN 14190:2005  Prodotti di trasformazione secondaria di lastre di gesso — Definizioni, specificazioni e metodi di prova	—	1.4.2006	1.4.2007
CEN	EN 14195:2005  Componenti di intelaiature metalliche per sistemi a pannelli di gesso — Definizioni, requisiti e metodi di prova  EN 14195:2005/AC:2006	—	1.1.2006  1.1.2007	1.1.2007  1.1.2007
CEN	EN 14209:2005  Cornici di gesso sagomate — Definizioni, requisiti e metodi di prova	—	1.9.2006	1.9.2007
CEN	EN 14216:2004  Cemento — Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi speciali a calore di idratazione molto basso	—	1.2.2005	1.2.2006
CEN	EN 14246:2006  Elementi di gesso per controsoffitti — Definizioni, requisiti e metodi di prova	—	1.4.2007	1.4.2008
CEN	EN 14250:2004  Strutture di legno — Requisiti di prodotto per elementi strutturali prefabbricati assemblati con elementi di collegamento di lamiera metallica punzonata	—	1.9.2005	1.6.2008
CEN	EN 14296:2005  Apparecchi sanitari — Lavabi a canale	—	1.3.2006	1.3.2008
CEN	EN 14316-1:2004  Isolanti termici per edilizia — Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di perlite espansa (EP) — Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera	—	1.6.2005	1.6.2006

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 14317-1:2004  Isolanti termici per edilizia — Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di vermiculite espansa (EV) — Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera	—	1.6.2005	1.6.2006
CEN	EN 14321-2:2005  Vetro per edilizia — Vetro di silicato alcalino di sicurezza temprato termicamente — Parte 2: Valutazione di conformità/Norma di prodotto	—	1.6.2006	1.6.2007
CEN	EN 14339:2005  Idranti interrati, cassette e coperchi di superficie	—	1.5.2006	1.5.2007
CEN	EN 14342:2005  Pavimentazioni di legno — Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura	—	1.3.2006	1.3.2008
CEN	EN 14351-1:2006  Finestre e porte pedonali — Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali — Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e tenuta al fumo	—	1.2.2007	1.2.2009
CEN	EN 14374:2004  Strutture di legno — LVL — Requisiti	—	1.9.2005	1.9.2006
CEN	EN 14384:2005  Idrante a pilastro	—	1.5.2006	1.5.2007
CEN	EN 14388:2005  Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale — Specifiche	—	1.5.2006	1.5.2007
CEN	EN 14396:2004  Gradini fissi per pozzetti di ispezione	—	1.12.2004	1.12.2005
CEN	EN 14399-1:2005  Elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico — Parte 1: Requisiti generali	—	1.1.2006	1.10.2007
CEN	EN 14411:2003  Piastrelle di ceramica — Definizioni, classificazione, caratteristiche e marcatura (ISO 13006:1998 modificata)	—	1.12.2004	1.12.2005
CEN	EN 14428:2004  Pareti doccia — Requisiti funzionali e metodi di prova	—	1.9.2005	1.9.2007

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 14449:2005  Vetro per edilizia — Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza — Valutazione della conformità/norma di prodotto  EN 14449:2005/AC:2005	—	1.3.2006  1.6.2006	1.3.2007  1.6.2006
CEN	EN 14471:2005  Camini — Sistemi di condotti fumari plastici — Requisiti e metodi di prova	—	1.6.2006	1.6.2007
CEN	EN 14496:2005  Adesivi a base di gesso per pannelli accoppiati termo/acustici e lastre di gesso rivestito — Definizioni, requisiti e metodi di prova	—	1.9.2006	1.9.2007
CEN	EN 14528:2005  Bidè — Requisiti funzionali e metodi di prova	—	1.10.2006	1.10.2008
CEN	EN 14604:2005  Rivelatori di fumo autonomi	—	1.5.2006	1.8.2008
CEN	EN 14647:2005  Cementi alluminosi — Composizione, specificazioni e criteri di conformità	—	1.8.2006	1.8.2007
CEN	EN 14716:2004  Plafoni in tensione — Requisiti e metodi di prova	—	1.10.2005	1.10.2006
CEN	EN 14782:2006  Lastre metalliche autoportanti per coperture e per rivestimenti murari esterni e interni — Specifica di prodotto e requisiti	—	1.11.2006	1.11.2007
CEN	EN 14783:2006  Lastre e bande metalliche totalmente supportate per coperture, rivestimenti esterni e interni — Specifica di prodotto e requisiti	—	1.7.2007	1.7.2008
CEN	EN 14844:2006  Prodotti prefabbricati di calcestruzzo — Elementi scatoari	—	1.5.2007	1.5.2008
CEN	EN 14889-1:2006  Fibre per calcestruzzo — Parte 1: Fibre di acciaio — Definizioni, specificazioni e conformità	—	1.6.2007	1.6.2008

Organismo europeo di normalizzazione: ( <sup>1</sup> )	Riferimento e titolo della norma ( <sup>2</sup> )	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma europea armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza ( <sup>3</sup> )
CEN	EN 14889-2:2006  Fibre per calcestruzzo — Parte 2: Fibre polimeriche — Definizioni, specificazioni e conformità	—	1.6.2007	1.6.2008
CEN	EN 14904:2006  Superfici per aree sportive — Specifiche per superfici per interni per uso multi-sport	—	1.2.2007	1.2.2008
CEN	EN 14909:2006  Membrane flessibili per impermeabilizzazione — Membrane di materiale plastico e di gomma impermeabile all'umidità — Definizioni e caratteristiche	—	1.2.2007	1.2.2008
CEN	EN 14915:2006  Rivestimenti interni ed esterni di pareti con elementi di legno massiccio — Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura	—	1.6.2007	1.6.2008
CEN	EN 14967:2006  Membrane flessibili per impermeabilizzazione — Membrane bituminose per muratura destinate ad impedire la risalita di umidità — Definizioni e caratteristiche	—	1.3.2007	1.3.2008
CEN	EN 15088:2005  Alluminio e leghe di alluminio — Prodotti strutturali per impieghi nelle costruzioni — Condizioni tecniche di controllo e fornitura	—	1.10.2006	1.10.2007

(<sup>1</sup>) OEN: Organismo europeo di normalizzazione:

CEN: rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles, Tel.(32-2) 550 08 11; fax (32-2) 550 08 19 (<http://www.cen.eu>)

CENELEC: rue de Stassart 35, B-1050 Bruxelles, Tel.(32-2) 519 68 71; fax (32-2) 519 69 19 (<http://www.cenelec.org>)

ETSI: 650, route des Lucioles, F-06921 Sophia Antipolis, Tel.(33) 492 94 42 00; fax (33) 493 65 47 16 (<http://www.etsi.org>)

(<sup>2</sup>) La data in cui ha fine il periodo di coesistenza è la stessa a partire dalla quale la presunzione di conformità deve essere basata sulle specifiche tecniche armonizzate (norme armonizzate oppure benessere tecnici armonizzati). Essa coincide con la data di ritiro delle specifiche tecniche nazionali in contrasto con quelle armonizzate.

(<sup>3</sup>) In caso di modifiche, la norma cui si fa riferimento è la EN CCCCC: YYYY, comprensiva delle sue precedenti eventuali modifiche, e la nuova modifica citata.

## 2.2 Caratteristiche dei vari materiali

I materiali da impiegare nei lavori dovranno avere i requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi; dovranno pertanto essere forniti di un' idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste nelle presenti Norme.

In particolare per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo. Nel caso di mancanza della certificazione di conformità alle presenti norme e alle norme europee armonizzate, il materiale non sarà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'Impresa.

In caso di difformità con quanto fissato nel presente articolo, varrà quanto prescritto dalla Norma specifica.

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta, in base al giudizio della Direzione Lavori, la quale, per i materiali da acquistare, si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà.

**Acqua:** dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971, (D.M. in vigore).

**Leganti idraulici - Calci aeree - Pozzolane:** dovranno corrispondere alle prescrizioni:

- della legge 26/05/1965 n.595;
  - delle "Norme sui requisiti d'accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" D.M. 14-1-1966 modificato con D.M. 3/06/68, D.M. 31/08/1972, D.M. 13/09/93;
  - delle "Norme per l'accettazione delle calci aeree" R.D. 16-11-1939 n. 2231;
  - delle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. 16-11-1939 n. 2230;
  - d'altre eventuali successive Norme che dovessero essere emanate dai competenti Organi.
- I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.

Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte.

Durante il corso della fornitura dei leganti, la Direzione Lavori farà eseguire periodicamente, da laboratori ufficiali o da altri laboratori di sua fiducia, prove su campioni di leganti prelevati in contraddittorio con l'Impresa stessa.

Le spese per il prelievo, la formazione, l'invio dei campioni, le prove, gli esami e le relative certificazioni, sono a cura e spese dell'Impresa.

**Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie** per opere murarie (da impiegarsi nella formazione dei conglomerati cementizi, escluse le pavimentazioni): dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge n. 1086 del 5-11-1971 (D.M. in vigore).

Le dimensioni massime degli aggregati costituenti la miscela dovranno essere compatibili con quanto prescritto nel D.M. n. 19 del 9/1/1996 e in ogni caso le maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura cui il conglomerato cementizio è destinato.

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni fissate dall'art. 2 delle Norme citate nel seguente comma D).

**Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi per pavimentazioni:** dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. (Fascicolo n. 4, Ed. 1953 ed eventuali successive modifiche) ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme d'esecuzione lavori.

**Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni:** dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella UNI 2710 - Ed. giugno 1945" ed eventuali successive modifiche.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi d'elementi alterati, essere puliti e praticamente esenti da materie eterogenee, non presentare perdita di peso, per decantazione in acqua, superiore al 2%.

**Pietre naturali:** le pietre da impiegare nelle murature, nei drenaggi, nelle gabbionate, ecc. dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate.

Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel R.D. 16-11-1939 "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" n. 2232.

Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.

Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli: dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto così da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

**Argilla espansa:** dovrà essere ottenuta mediante clinkerizzazione in forni rotanti ad una temperatura di circa 1473 K; peso in mucchio 320÷630 kg/m<sup>3</sup> secondo la granulometria.

**Materiali ferrosi:** saranno esenti da scorie, soffiature, saldature e da qualsiasi altro difetto. Gli acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5-11-1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

Il lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p. dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 0,2 mm.

I bulloni normali saranno conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI 5727-65 e UNI 5593; quelli ad alta resistenza devono appartenere alle classi delle norme UNI 3740-65.

I tubi d'acciaio senza saldatura, per costruzioni meccaniche, dovranno soddisfare la norma UNI 7729 ed appartenere al tipo Fe 510.

**Acciaio inossidabile:** dovrà presentare elevata resistenza alla corrosione ed al calore e rispondere, per composizione chimica, caratteristiche e prescrizioni generali, alla norma UNI 6900-71.

Le lamiere d'acciaio inox saranno laminate a freddo a norma UNI 8317.

La designazione degli acciai è fatta per composizione chimica, dove «x» sta per «acciaio legato», il primo numero indica la percentuale di carbonio moltiplicato per 100 ed i numeri finali indicano i tenori degli elementi di lega in %.

Oltre alla classificazione UNI sarà abitualmente usata anche la classificazione AISI (American Iron and Steel Institute).

**Acciaio zincato:** profilati, lamiere e tubi d'acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovranno essere zincati per immersione in zinco fuso, nel rispetto delle prescrizioni della norma d'unificazione Progetto SS UNI E 14.07.000 (rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo - rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi, fabbricati in materiale ferroso).

Per tutti i manufatti in lamiera zincata quali coperture, condotti, canali di gronda, converse, scossaline, compluvi, infissi, serrande, serbatoi per acqua e simili, se non altrimenti disposto dovranno essere impiegate lamiere zincate secondo il procedimento Sendzimir.

Lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco, espressa in grammi al metro quadrato, presente complessivamente su ciascuna faccia della lamiera, se non diversamente specificato, non dovrà essere inferiore a:

- 190 g/m<sup>2</sup> per zincatura normale;
- 300 g/m<sup>2</sup> per zincatura pesante.

**Prodotti plastici metacrilici:** caratterizzati da infrangibilità, leggerezza ed elevatissima resistenza agli agenti atmosferici, dovranno rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione:

UNI 7067-72 - Materie plastiche metacriliche per stampaggio ed estrusione. Tipi, prescrizioni e prove.

UNI 7074-72 - Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, prescrizioni e prove.

Le lastre potranno essere di tipo I (colorate in forma e successivamente polimerizzate in blocco) e di tipo II (prepolimerizzate e termoestruse).

In ogni caso saranno assolutamente prive di difetti superficiali e di forma.

I lucernari, sia a cupola (a semplice od a doppia parete anticondensa) che continui, saranno fabbricati con lastre di polimetilmetacrilato delle migliori qualità (plexiglass, perspex, ecc.).

**Legnami:** di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare, sia per le opere definitive sia per quelle provvisorie, a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso cui sono stati destinati.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.

Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e rettificati in superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri.

I legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega e dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

I legnami, in genere, dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 30 Ottobre 1912 ed alle Norme UNI in vigore.

I legnami di tipo lamellare dovranno essere di qualità I secondo la normativa DIN 4074, con giunzioni a pettine secondo la normativa DIN 88140 e la loro essenza lignea sarà preferibilmente di abete rosso o larice.

Le strutture di legno lamellare dovranno essere prodotte da stabilimenti in possesso del certificato di incollaggio di tipo A, in conformità alla norma DIN 1052. Gli eventuali trattamenti protettivi, gli spessori e le modalità applicative degli stessi, dovranno essere del tipo previsto negli elaborati progettuali.

**Leganti ed emulsioni bituminosi:** dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti norme C.N.R. "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo n. 2 - Ed. 1951; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" Fascicolo n. 3 - Ed. 1958.

**Leganti bituminosi:** dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo n. 7 - Ed. 1957 del C.N.R.

**Geotessili:** costituiti da tessuto non tessuto ottenuto da fibre 100% polipropilene o poliestere di prima qualità (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate mediante sistema di agugliatura meccanica, stabilizzate ai raggi UV, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e termolegatura. I geotessili sono a filo continuo quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata.

Nello specchio che segue sono riepilogate, in relazione alla natura chimica dei polimeri impiegati, le principali caratteristiche degli stessi:

Materie prime	Poliestere	Polipropilene
Caratteristiche tecniche		
. Densità : g/cm <sup>3</sup>	1,38	0,90
. Punto di rammollimento: K	503÷523	413,00
. Punto di fusione: K	533÷538	443÷448
. Punto d'umidità: % a 65% di umidità relativa	0,4	0,04

I geotessili dovranno, non avere superficie liscia, essere imputrescibili ed atossici, resistenti ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione di microrganismi, essere antinquinanti ed isotropi.

Dovranno essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione alle modalità di impiego.

Il materiale dovrà essere qualificato prima dell'impiego mediante le seguenti prove:

- campionatura (per N deve intendersi il rotolo o la pezza)	UNI 8279/1
- peso, in g/m <sup>2</sup>	UNI 5114
- Spessore, in mm	UNI 8279/2
- resistenza a trazione su striscia di 5 cm, in N	UNI 8639
- allungamento, in %	UNI 8639
- lacerazione, in N	UNI 8279/9
- resistenza alla perforazione con il metodo della sfera, in MPa	UNI 8279/11
- punzonamento, in N	UNI 8279/14
- permeabilità radiale all'acqua, in cm/s	UNI 8279/13
- comportamento nei confronti di batteri e funghi	UNI 8986
- diametro di filtrazione, espresso in µm, corrispondente a quello del 95% in peso degli elementi di terreno che hanno attraversato il geotessile, determinato mediante filtrazione idrodinamica.	

**Tubazioni in PVC:** in cloruro di polivinile rigido serie pesante, dei tipi 302, 303/1 e 303/2, secondo le vigenti Norme UNI, con giunti a bicchiere muniti di guarnizione di gomma.

Ogni tubo dovrà portare impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro nominale, l'indicazione del tipo; dovrà essere munito inoltre del marchio di conformità alle Norme UNI rilasciato dall'Istituto italiano dei plastici.

Materiali di qualsiasi provenienza da impiegare nelle lavorazioni:

- materiali per rilevati e/o riempimenti;
- aggregati grossi e fini per conglomerati, drenaggi, fondazioni stradali, ecc.;
- pietrame per murature, drenaggi, gabbioni, ecc..

I materiali da impiegare nelle lavorazioni sopra indicate dovranno essere sottoposti dalla Direzione Lavori, prima del loro impiego, alle verifiche e prove di laboratorio, per accertarne l'idoneità in relazione alle particolari utilizzazioni previste. Dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il proprio benessere sulla base dei risultati delle prove di laboratorio, il materiale potrà essere impiegato nella produzione, fermo restando che l'Impresa stessa sarà responsabile, a tutti gli effetti della rispondenza alle specifiche norme contrattuali. Gli oneri per prove e verifiche di idoneità sono a totale ed esclusivo carico dell'Impresa.

### 3. PARTE II – NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

#### Premessa

L'Impresa dovrà eseguire le opere in ottemperanza alle Leggi, ai regolamenti vigenti ed alle prescrizioni degli enti competenti in materia di Lavori Pubblici, con particolare riferimento alle Norme Tecniche sottoelencate:

- «Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche» di cui al D.M.LL.PP. in vigore, emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge n. 1086 del 5/11/1971, nonché dell'art. 1 della Legge n. 64 del 2/2/1974 (D.M. LL.PP. 2/8/1980, circ. LL.PP. n. 20977 del 11/11/1980, D.M. 11/3/1988 e successivi aggiornamenti);
- «Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento» di cui al D.M.LL.PP. 20/11/1987, emanate in applicazione della Legge n. 64 del 2/2/1974;
- «Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate» di cui al D.M. LL.PP. 3/12/1987, emanate in applicazione della Legge n. 64 del 2/2/1974;
- alla Circolare n. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti, riguardante la fornitura in opera dei beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale;
- agli ordini che la Direzione Lavori le impartirà, sulla base delle direttive che i competenti uffici della Società, in accordo con i Progettisti, riterranno di emettere.

Pertanto, fermo restando ogni altra responsabilità dell'Impresa a termini di legge, essa rimane unica e completa responsabile dell'esecuzione delle opere. Con cadenza giornaliera e con un anticipo minimo di 24 (ventiquattro) ore, rispetto allo svolgersi delle lavorazioni, l'Impresa dovrà comunicare in forma scritta (tramite telefax) alla Direzione Lavori, quali di queste ultime intenderà intraprendere. Ogni variazione rispetto a quanto programmato dovrà essere tempestivamente comunicata in forma scritta (tramite telefax) alla Direzione Lavori.

In caso di mancata trasmissione del programma o di cambiamenti a questo apportati, la Direzione Lavori potrà procedere alla verifica ed al controllo di quanto eseguito tramite i mezzi di indagine (distruttivi e non distruttivi) che di volta in volta riterrà più opportuni. Gli oneri per l'esecuzione di ogni controllo supplementare saranno a totale carico dell'Impresa.

La conformità a quanto previsto dal progetto, sarà sancita dalla redazione di un apposito verbale di constatazione, firmato dal Direttore dei Lavori o in sua vece dal Responsabile del Controllo Qualità Materiali, da lui incaricato e dal Direttore Tecnico dell'Impresa: il verbale riporterà, oltre ai dati identificativi della lavorazione, i tipi e la quantità dei controlli eseguiti.

Le presenti Norme Tecniche determinano in modo prioritario le modalità esecutive, i materiali, le lavorazioni; in altre parole, nel caso di discrepanze e difformità tra Norma Tecnica e descrizione delle lavorazioni contenuta nell'Elenco Prezzi, dovrà essere seguito, obbligatoriamente, quanto previsto nelle Norme Tecniche.

### 3.1 Sondaggi e tracciati

Subito dopo la consegna dei lavori e prima di dare inizio alle opere, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, d'intesa con la Direzione Lavori, all'esecuzione di saggi, sondaggi e prove di laboratorio per una completa verifica della natura e delle caratteristiche del sottosuolo.

Prima di porre mano ai lavori di sterro e riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti, in base alla larghezza del piano autostradale, all'inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette.

A suo tempo dovrà pure installare, nei tratti che indicherà la Direzione Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

### 3.2 Scavi

#### 3.2.1 Norme generali

Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbatacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Impresa dovrà provvedervi a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti; in ogni caso resta a carico dell'Impresa il risarcimento per i danni dovuti a tali motivi, subiti da persone, cose o dall'opera medesima.

Nel caso di franamento degli scavi è a carico dell'Impresa procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo; nulla è dovuto all'Impresa per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbatacchiature.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono, lo richiedano, l'Impresa sarà tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e murarie.

Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti assegnati, l'Impresa dovrà rimettere in sito le materie scavate in più, utilizzando materiali idonei.

Dovrà inoltre procedere, quando necessario:

- al taglio delle piante, all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. e l'eventuale loro trasporto in aree apposite;
- all'eventuale demolizione di massicciate stradali esistenti.

L'Impresa dovrà assicurare in ogni caso il regolare smaltimento e deflusso delle acque nonché gli esaurimenti, compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge.

I materiali provenienti dagli scavi, esuberanti il fabbisogno del lotto o non idonei per essere riutilizzati, dovranno essere portati a rifiuto nelle aree di deposito (discariche) indicate in progetto o individuate in corso d'opera, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della Direzione Lavori, fatte salve le vigenti norme di Legge.

La collocazione dei materiali a rifiuto in tali siti andrà effettuata con le modalità e le prescrizioni previste negli elaborati relativi alle aree di deposito (discariche), facenti parte integrante del progetto dell'opera; nell'eventualità invece che l'Impresa debba provvedere direttamente al reperimento dell'area di deposito (discarica) dovrà, a sua cura e spese, ottenere la disponibilità delle aree e dei loro accessi, comprese le relative indennità, nonché provvedere alla

sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali, secondo quanto proposto dall'Impresa ed approvato dalla Direzione Lavori.

Nel caso in cui a seguito di prove eseguite dall'Impresa, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione lavori, i materiali fossero ritenuti idonei, dovranno essere trasportati in aree di accumulo e custoditi opportunamente.

Le quantità di materiali riutilizzabili dovranno eventualmente essere trattati per ridurli alle dimensioni prescritte, secondo necessità delle presenti Norme, ripresi anche più volte e trasportati nelle zone di utilizzo, a cura e spese dell'Impresa.

In particolare, qualora l'Impresa dovesse eseguire scavi in terreni lapidei, quando fossero giudicati idonei dalla Direzione Lavori, potranno essere riutilizzati per murature; la parte residua potrà essere reimpiegata nell'ambito del lotto per la formazione di rilevati o di riempimenti avendola ridotta a pezzatura di dimensioni non superiori a 30 cm, secondo il disposto delle presenti Norme.

Per l'impiego di mine nell'esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà ottenere, a sua cura e spese, le autorizzazioni da parte delle autorità competenti ed osservare tutte le prescrizioni imposte dalle Leggi e dai regolamenti in vigore.

Lo sparo di mine effettuato in vicinanza di strade, di ferrovie, di luoghi abitati, di linee aeree di ogni genere, dovrà essere attuato con opportune cautele in modo da evitare, sia la proiezione a distanza del materiale ed il danneggiamento delle proprietà limitrofe, sia effetti vibrazionali nocivi che dovranno essere tenuti sotto controllo mediante monitoraggio.

Nel caso che per la vicinanza di agglomerati civili o industriali o per i risultati del monitoraggio, le cautele sopracitate non fossero ritenute sufficienti ad evitare danneggiamenti alle proprietà limitrofe, l'Impresa dovrà eseguire gli scavi con opportuni mezzi meccanici.

### **3.2.2 Scavi di sbancamento**

Sono così denominati gli scavi occorrenti per: la formazione del sedime d'imposta dei fabbricati, l'apertura della sede autostradale, dei piazzali e delle opere accessorie, portati a finitura secondo i tipi di progetto; gli scavi per le gradonature di ancoraggio dei rilevati, previste per terreni con pendenza superiore al 20%; la bonifica del piano di posa; lo spianamento del terreno, l'impianto di opere d'arte, il taglio delle scarpate delle trincee o di rilevati; la formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali.

### **3.2.3 Scavi di fondazione**

Per scavi di fondazione s'intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

Questo piano sarà determinato, a giudizio della Direzione Lavori, o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia dell'accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, spinti alle necessarie profondità, fino al rinvenimento del terreno della capacità portante prevista in progetto.

Qualora si rendesse necessario dopo l'esecuzione dello scavo, il ripristino delle quote per l'impronta della fondazione dell'opera, i materiali da utilizzare saranno i seguenti:

- 1- per uno spessore di 30÷50 cm, sabbia fine lavata;
  - 2- per il rimanente spessore, materiali appartenenti al gruppo A1, anche provenienti da scavi.
- Al termine del ripristino dei piani d'imposta, salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate dalla necessità di garantire maggiore stabilità alla fondazione, il modulo di deformazione  $M_d$  al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm), dovrà risultare non inferiore a 40 MPa nell'intervallo tra 1,5÷2,5 daN/cm<sup>2</sup>.

I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali, o disposti a gradoni, con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate; le pareti saranno verticali od a scarpa.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, ma in tal caso, nulla è dovuto per il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza.

È vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese al riempimento, con materiali idonei, dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista. Per gli scavi a sezione obbligata, necessari per la collocazione di tubazioni, l'Impresa dovrà provvedere al rinterro, con materiali idonei, sopra le condotte e le fognature.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (Suppl. ord. alla G.U. 1/6/1988 n.127) e successivi aggiornamenti.

### **3.3 Demolizioni e Rimozioni**

#### **3.3.1 Demolizione di murature e fabbricati**

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Saranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori: scalpellatura a mano o meccanica, martello demolitore, agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre l'Impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, a adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.

L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7÷0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

Per le demolizioni da eseguirsi su autostrada in esercizio, l'Impresa dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la Direzione di Tronco, tramite la Direzione Lavori, le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.

In particolare, la demolizione delle travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista, su autostrade in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni.

I materiali di risulta saranno ceduti all'Impresa la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanare e trasportare a discarica quelli rifiutati.

### ***3.3.2 Demolizione di pavimentazione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzato con frese***

La demolizione della parte della sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso deve essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta; su parere della Direzione Lavori potranno essere impiegate fresatrici a sistema misto (preriscaldamento leggero), purché non compromettano il legante esistente nella pavimentazione da demolire.

Le attrezzature tutte devono essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori; devono inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo a giudizio della Direzione Lavori per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati.

La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) deve risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi tappeti da porre in opera.

L'Impresa si deve scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dal progetto. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori deve essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della demolizione deve essere mantenuto costante in tutti i punti e deve essere valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali deve essere eseguita con attrezzature approvate dalla Direzione Lavori munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15 cm potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa, mentre per spessori superiori a 15 cm si devono effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale avendo cura di formare un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm di base per lato.

Le pareti dei giunti longitudinali devono risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e prive di sgretolature.

Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo devono, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tal quale o modificato.

I materiali di risulta saranno ceduti all'Impresa la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanare e trasportare a discarica/recupero quelli rifiutati.

### ***3.3.3 Rimozioni***

Per rimozione s'intende:

- smontaggio di recinzione costituita da rete metallica e relativi montanti;
- smontaggio di sicurvìa di qualunque tipo, con montanti infissi in terra o in pavimentazione;
- smontaggio completo di pensilina di stazione costituita da struttura portante in acciaio (travi, pilastri, ecc.), di qualsiasi sezione e dimensione, anche composta a traliccio, copertura, controsoffittatura, mantovane e converse in alluminio o acciaio.

Compreso lo smontaggio dell'orditura di fissaggio della copertura e della controsoffittatura, la rimozione dei semafori e delle plafoniere, lo smantellamento degli impianti elettrici e di

scarico acque, ecc., il carico, il trasporto e lo scarico a deposito nei luoghi indicati dalla Direzione Lavori dei materiali riutilizzabili ed a rifiuto di quelli non riutilizzabili;

- rimozione del timpano metallico dell'esistente pensilina di stazione con i necessari adattamenti;

- rimozione di box o baracche prefabbricate in lamiera, compresa la demolizione degli ancoraggi ed opere accessorie tutte; rimozione di tettoie per parcheggi in lamiera, compresa la rimozione dei montanti;

- rimozione completa di tettoia parcheggio auto costituita da pilastri-trave di acciaio e manto di copertura, comunque inclinato, in lastre metalliche, compresa la rimozione dell'orditura di fissaggio;

- rimozione delle lastre di copertura in cemento con fibre di amianto (classificate rifiuto speciale non T/N, conferibile in discarica di seconda categoria tipo B e/o tipo A), previa bagnatura con soluzione fissativa atta ad evitare qualsiasi dispersione in aria e/o suolo delle fibre, mediante loro sollevamento dopo che tutti gli ancoraggi saranno stati tagliati con attrezzi manuali.

Compreso il loro confezionamento a terra in bancali; l'imballo con nylon di adeguato spessore ed il posizionamento presso la zona di accumulo temporaneo all'interno del cantiere, nell'attesa di invio a discarica autorizzata di seconda categoria; la raccolta e l'imballo di tutto il materiale a perdere utilizzato nella zona di lavoro; la delimitazione del cantiere con idonea segnaletica a distanza di sicurezza in modo da consentire l'accesso all'area soltanto al personale autorizzato ed adeguatamente equipaggiato, oltre alle attrezzature di cantiere; la pulizia dell'area di cantiere e dei canali di gronda, utilizzando un aspiratore a filtro assoluto; il trasporto e lo smaltimento in discarica autorizzata;

- rimozione di serramenti di porte e finestre di qualsiasi tipo, l'asportazione di telai e controtelai.

Nelle rimozioni sopra elencate sono compresi gli oneri, per il trasporto del materiale di risulta fuori delle pertinenze autostradali ed il trasporto dei materiali di recupero, che restano di proprietà della Società, nei depositi che saranno indicati dalla Direzione Lavori.

### 3.4 Rilevati

#### 3.4.1 Definizione

Si definiscono con il termine di rilevati tutte quelle opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali nonché il piano d'imposta delle pavimentazioni.

Le caratteristiche geometriche, la natura e le proprietà fisico meccaniche dei materiali che costituiscono il corpo del rilevato sono quelle indicate dal Progettista.

Nel caso in cui l'Impresa non dovesse reperire i materiali previsti, potrà proporre alla Direzione Lavori soluzioni alternative che dovranno essere verificate ed accettate, d'intesa col Progettista. Resta inteso che l'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori un progetto di dettaglio ad integrazione e conforto del progetto esecutivo nel quale dovrà indicare la natura e le proprietà fisico meccaniche dei materiali che intende adottare, le modalità esecutive, le sequenze cronologiche degli interventi.

Dovrà fornire inoltre una serie di verifiche di stabilità a breve e lungo termine relative al rilevato e al complesso rilevato terreno di fondazione; dovrà altresì verificare il cedimento totale e differenziale del piano di imposta indicando il decorso dello stesso nel tempo.

L'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, eseguirà, a sua cura e spese, sondaggi geotecnici, pozzetti esplorativi, prove penetrometriche statiche e/o dinamiche, prove di carico su piastra e qualsiasi altra indagine aggiuntiva (prove geofisiche, etc), atte a verificare con

sufficiente dettaglio che le caratteristiche locali stratigrafiche, idrogeologiche e fisico-meccaniche dei terreni di sedime siano conformi alle previsioni di progetto.

Salvo controindicazioni della Direzione Lavori i punti di indagine saranno posti ad intervalli di almeno 100 m e le indagini saranno spinte ad una profondità almeno pari alla metà della larghezza del piano di posa del rilevato salvo attestarsi nell'eventuale substrato roccioso.

### **3.4.2 Materiali per la formazione di rilevati**

#### **3.4.2.1 Provenienza dei materiali**

Qualora le leggi regionali lo prescrivano, la Società provvederà ad ottenere dagli Enti competenti il benessere necessario alla coltivazione delle cave e l'Impresa dovrà utilizzare i materiali provenienti dalle cave indicate in progetto; ove non previsto quest'ultima potrà aprire cave di prestito ovunque lo riterrà di sua convenienza, subordinatamente alle vigenti disposizioni di Legge, all'idoneità dei materiali da utilizzare per la formazione dei rilevati, nonché all'osservanza di eventuali disposizioni della Direzione Lavori.

Prima di impiegare i materiali provenienti dagli scavi o dalle cave di prestito, l'Impresa dovrà esperire una campagna di indagini corredata di tutte le opportune prove di laboratorio, atta a fornire alla Direzione Lavori un'esauriente documentazione in merito alle caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali al fine di ottenere l'idoneità all'utilizzo dei singoli materiali.

Per ogni zona di provenienza l'Impresa dovrà altresì eseguire un adeguato numero di sondaggi (almeno 1 sondaggio e/o pozzetto ogni 20.000 m<sup>3</sup>).

L'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il programma di coltivazione delle cave e delle eventuali fasi di lavorazione successive, quali vagliatura, frantumazione e miscelazione atte a conferire ai materiali le caratteristiche di idoneità previste dalle Norme Tecniche.

Tra i materiali di integrazione previsti è consentito l'impiego di fresato (materiale derivante dalla demolizione di pavimentazioni in conglomerato bituminoso), nei modi e nelle forme consentite dalle leggi e norme vigenti in materia, ed in particolare secondo il Decreto Legislativo 152/06. La stesa a rilevato sarà autorizzata soltanto dopo la presentazione alla Direzione Lavori dello studio di prequalifica della miscela terra-fresato, corredata di prove di laboratorio e curva granulometrica.

Laddove sarà previsto l'impiego di smarino di galleria o di materiali provenienti da scavo in roccia, la stesa a rilevato sarà autorizzata soltanto dopo il prelievo di campioni e il favorevole esito delle prove di laboratorio; l'Impresa provvederà inoltre, a sua cura e spese, all'eventuale frantumazione e vagliatura del materiale stesso, al fine di ridurlo ad idonea pezzatura.

Prima di avviare la coltivazione delle cave di prestito o dell'impiego a rilevato dei materiali da scavo, dovranno essere asportate le eventuali coltri vegetali, sostanze organiche, rifiuti e rimossi tutti quegli agenti che possono provocare la contaminazione del materiale durante la coltivazione.

Le cave di prestito, da aprirsi a totale cura e spese dell'Impresa, dovranno essere coltivate nel rispetto delle vigenti norme di Legge, secondo le previsioni di progetto ed in modo che, tanto durante la cavatura che a cavatura ultimata, non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

Le stesse condizioni di sicurezza dovranno essere garantite per le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui, a sua cura e spese, l'Impresa dovesse avvalersi.

#### **3.4.2.2 Prove di controllo dei materiali**

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica (almeno una ogni 20.000 m<sup>3</sup> di materiale);
- determinazione del contenuto naturale d'acqua (almeno una ogni 20.000 m<sup>3</sup> di materiale);

- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332 (almeno una ogni 40.000 m<sup>3</sup> di materiale);
  - prova di compattazione AASHTO Mod. T/180-57 (almeno una ogni 40.000 m<sup>3</sup> di materiale) ed esecuzione eventuale di:
    - . analisi granulometrica sui materiali impiegati nella prova di compattazione, prima e dopo la prova stessa limitatamente a quei materiali per i quali è sospetta la presenza di componenti instabili;
    - . prova edometrica limitatamente ai materiali coesivi e semicoesivi prelevati dal campione dopo l'esecuzione della prova AASHTO Mod. T/180-57 e compattati al 95% della densità massima ( $\pm 2\%$ ).
- Il prelievo dei campioni sarà effettuato in contraddittorio con la Direzione Lavori la quale provvederà ad indicare il nominativo del laboratorio (o dei laboratori) presso il quale l'Impresa provvederà a far eseguire a sua cura e spese, sotto il controllo della medesima, le prove richieste.

### **3.4.2.3 Autorizzazioni**

Prima di essere autorizzata ad iniziare la costruzione dei rilevati, l'Impresa, in relazione a quanto previsto dalle leggi regionali, dovrà sottoporre alla Direzione Lavori la seguente documentazione:

- Benestare degli Enti eventualmente competenti ad autorizzare la coltivazione della cava;
- Una mappa dell'area di cava in scala 1:1000 - 1:2000 indicante l'ubicazione dei saggi esplorativi;
- Una relazione completa delle prove di laboratorio eseguite tanto per i materiali da cave che dagli scavi;
- Il programma di coltivazione delle cave e delle eventuali fasi di lavorazione successive;
- Progetti di ripristino ambientale in accordo con le normative e Leggi vigenti.

### **3.4.3 Preparazione del piano di posa dei rilevati**

#### **3.4.3.1 Scotico, bonifica grafonature**

Per la preparazione del piano di posa dei rilevati l'Impresa dovrà provvedere innanzitutto al taglio delle piante e all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti ecc. e al loro sistematico ed immediato allontanamento a discarica.

Sarà di seguito eseguita la totale asportazione del terreno vegetale sottostante l'impronta del rilevato per la profondità stabilita in progetto in accordo con le risultanze delle indagini di cui ai precedenti articoli e secondo le direttive impartite dal Direttore dei Lavori. L'Impresa provvederà a far sì che il piano di posa dei rilevati sia il più possibile regolare, privo di bruschi avvallamenti e tale da evitare il ristagno di acque piovane.

Il piano di posa dei rilevati dovrà essere approvato previa ispezione e controllo da parte della Direzione Lavori; in quella sede la Direzione Lavori potrà richiedere ulteriori scavi di sbancamento per bonificare eventuali strati di materiali coesivi, teneri o torbosi, in accordo con il Progettista, o per l'asportazione dei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza da parte dell'Impresa.

Laddove una maggiorazione di scavo sarà da imputarsi ad errori topografici, alla necessità di asportare quei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza dell'Impresa o a bonifiche non preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori, l'Impresa eseguirà detti scavi e il relativo riempimento con idonei materiali, a sua cura e spese.

Il materiale proveniente dallo scavo di preparazione del piano di posa dei rilevati e dallo scavo di sbancamento per bonifica potrà essere reimpiegato se ritenuto idoneo nella sistemazione a verde delle scarpate; quello in eccesso dovrà essere immediatamente rimosso e portato nelle zone di discarica autorizzate.

Il quantitativo da reimpiegarsi nella sistemazione a verde delle scarpate sarà accantonato in località e con modalità precedentemente autorizzate dalla Direzione Lavori; l'accumulo di detti materiali dovrà comunque consentire il regolare deflusso delle acque e dovrà risultare tale che non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà provvedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (tra 1% e 2%) e alzate verticali contenute in altezza.

Quando siano prevedibili cedimenti dei piani di posa dei rilevati eccedenti i 15 cm, l'Impresa sottoporrà alla Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestometriche.

La posa in opera delle piastre e la rilevazione degli eventuali cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'Impresa in accordo con la Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.

#### ***3.4.3.2 Caratteristiche del piano di posa del rilevato e della pavimentazione autostradale in trincea***

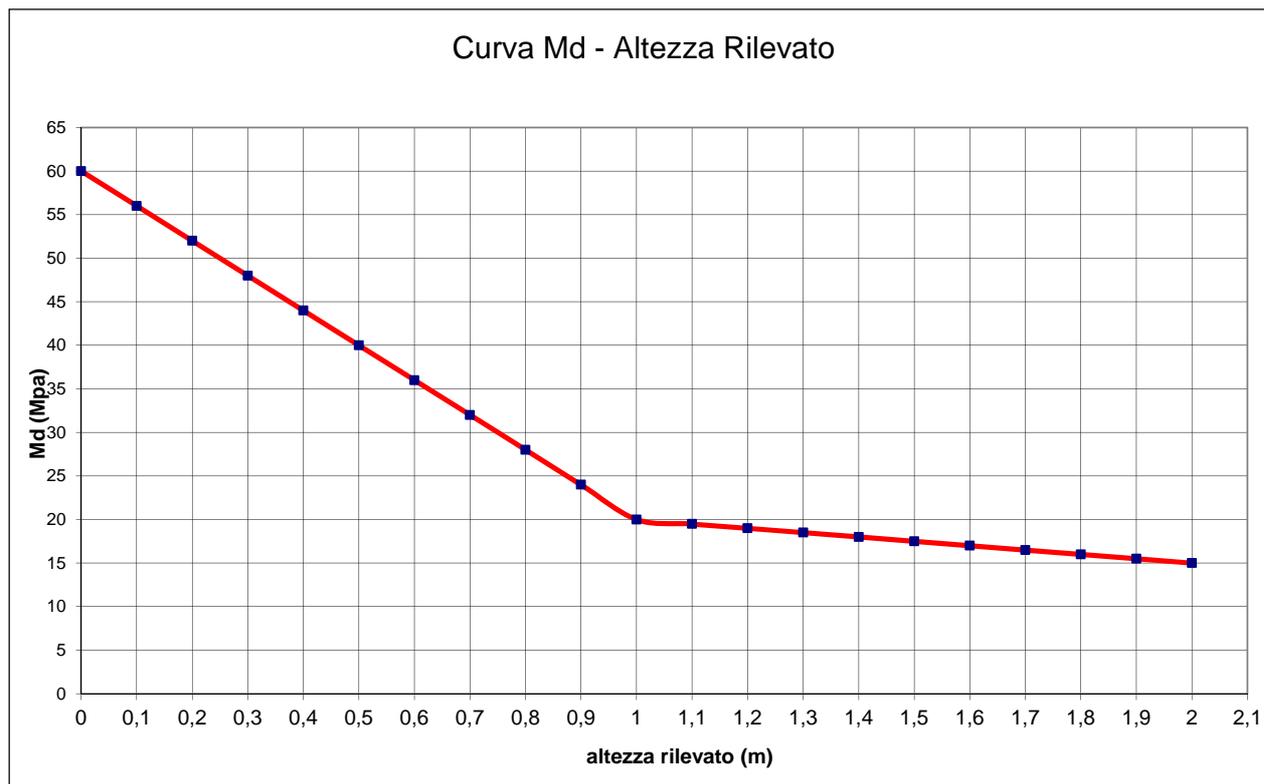
Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione  $M_d$  al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a:

60 MPa: nell'intervallo compreso tra  $1,5 \div 2,5$  daN/cm<sup>2</sup> sul piano di posa della fondazione della pavimentazione autostradale in rilevato, in trincea e nel riempimento dell'arco rovescio in galleria;

20 MPa: nell'intervallo compreso tra  $0,5 \div 1,5$  daN/cm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato quando posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione autostradale;

15 MPa: nell'intervallo compreso tra  $0,5 \div 1,5$  daN/cm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato quando posto a 2,00 m da quello della fondazione della pavimentazione autostradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare (vedi curva sottostante).



Nota: i valori del modulo di deformazione Md sono valutati nell'intervallo compreso tra 0,5 e 1,5 daN/cm<sup>2</sup> per altezze del rilevato maggiori o uguali a 1m, tra 1,5 e 2,5 daN/cm<sup>2</sup> per altezze del rilevato minori a 1m

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti sia totali che differenziali e del loro decorso nel tempo.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno ritenersi rappresentative, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; si fa esplicito riferimento a quei materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) per i quali la determinazione del modulo di deformazione sarà affidata a prove speciali (edometriche, di carico su piastra in condizioni sature ecc.).

Il conseguimento dei valori minimi di deformabilità sopra indicati sarà ottenuto compattando il fondo dello scavo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto. Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura, la Direzione Lavori, sentito il Progettista, procederà ad un intervento di bonifica con l'impiego di materiali idonei adeguatamente miscelati e compattati.

A rullatura eseguita la densità in sito dovrà risultare come segue:

- almeno pari al 90% della densità massima AASHTO mod.T/180-57, sul piano di posa dei rilevati;
- almeno pari al 95% della densità massima AASHTO mod.T/180-57, sul piano di posa della fondazione della pavimentazione autostradale in trincea.

Relativamente all'ultimo strato del rilevato sarà determinato a discrezione della Direzione Lavori il modulo elastico dinamico rilevato con strumentazione F.W.D..

La media dei valori di modulo ricavata da misure effettuate ogni 100 m<sup>3</sup> e riferite a tratti omogenei del lavoro di almeno 200 m di lunghezza deve risultare non inferiore a 150 MPa.

Nel caso di valori inferiori, l'Impresa dovrà intervenire per raggiungere i valori richiesti.

### 3.4.3.3 Strato di transizione (Rilevato-Terreno)

Quando previsto in progetto, in relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato, allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato, sarà eseguita:

- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;
- la stesa di uno strato di geotessile non tessuto, anche con funzione anticontaminante.

#### *Strato granulare anticapillare*

Lo strato dovrà avere uno spessore compreso tra 0,3÷0,5 m; sarà composto di materiali aventi granulometria assortita da 2÷50 mm, con passante al vaglio da 2 mm non superiore al 15% in peso e comunque con un passante al vaglio UNI 0,075 mm non superiore al 3%.

Il materiale dovrà risultare del tutto esente da componenti instabili (gelivi, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati.

#### *Geotessile non tessuto*

Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato dovrà essere del tipo non tessuto in polipropilene o poliestere, di peso non inferiore a 300 g/m<sup>2</sup>. Il geotessile dovrà avere le caratteristiche di cui all'Errore. L'origine riferimento non è stata trovata., delle presenti Norme.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8279/Parte 1, intendendosi per N l'unità elementare di un rotolo.

I prelievi dei campioni saranno eseguiti a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori; le prove dovranno essere effettuate a spese dell'Impresa presso Laboratori qualificati, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori.

Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i seguenti requisiti:

- peso (UNI 5114)	> 300 g/m <sup>2</sup>
- resistenze a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639)	≥ 18 kN/m
- allungamento (UNI 8639)	> 60%
- lacerazione (UNI 8279/9)	> 0,5 kN/m
- punzonamento (UNI 8279/14)	> 3 kN
- permeabilità radiale all'acqua alla pressione di 0,002 MPa (UNI 8279/13)	≥ 0,8 cm/s
- dimensione della granulometria passante per filtrazione idrodinamica, corrispondente a quella del 95% in peso degli elementi di terreno che attraversano il geotessile	≤ 100 μm

Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, la partita sarà rifiutata e l'Impresa dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.

La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà richiedere ulteriori prove preliminari o prelevare in corso d'opera campioni di materiali da sottoporre a prove presso Laboratori qualificati, restando a carico dell'Impresa il relativo onere.

Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare. Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale.

I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

### 3.4.4 Prove di controllo sul piano di posa

Il numero minimo delle prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati o della fondazione delle pavimentazioni sia in trincea che in rilevato è messo in relazione alla differenza di quota (S) fra i piani di posa del rilevato e della fondazione della pavimentazione.

					S=0-1 m	S=1-2 m	S>2 m
prove	di	carico	su	piastra	1500 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>	3000 m <sup>2</sup>
- una ogni							
prove	di	densità	in	sito	1500 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>
- una ogni							

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

La Direzione Lavori potrà richiedere, in presenza di terreni "instabili", l'esecuzione di prove speciali (prove di carico previa saturazione ecc.).

Il controllo dello strato anticapillare sarà effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 10 ogni 1000 m<sup>3</sup>.

Le prove di controllo sono tutte a totale cura e spese dell'Impresa.

### 3.4.5 Formazione del rilevato

#### 3.4.5.1 Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali

Si considerano separatamente le seguenti categorie di lavoro:

- Rilevati autostradali;
- Rilevati realizzati con la tecnica della "terra armata";
- Rilevati di precarico e riempimenti.

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme C.N.R. - UNI 10006, di cui si allega tabella.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE - TABELLA C.N.R. - UNI 10006

Classificazione generale	Terre ghiaioo-argillose						Terre limo-argillose						Torbe e terre organiche palustri
	Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 < 35%		Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 > 35%		Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 > 35%		Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 > 35%		Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 > 35%		Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 > 35%		
Gruppo	A1	A3	A2	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
Sottogruppo	A1-a	A1-b	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A3	A4	A5	A6	A7-5	A7-6	A8
Analisi granulometrica													
Frazione passante al setaccio 2 UNI 2332 %	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	≤ 6	N.P.	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40
Indice di plasticità	≤ 6	N.P.	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Indice di gruppo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fine	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili	Limi poco compressibili	Limi fortemente compressibili	Limi fortemente compressibili	Limi poco compressibili	Limi fortemente compressibili	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti: quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono												
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Da eccellente a lieve												
Ritiro o rigonfiamento	Da eccellente a lieve												
Permeabilità	Da eccellente a lieve												
Identificazione del terreno in sito	Da eccellente a lieve												
Prova di cavitare che può servire a distinguere i limi e le argille	Da eccellente a lieve												

### ***Rilevati autostradali***

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5 o A3 o ricondotti eventualmente ai medesimi gruppi mediante trattamenti di stabilizzazione granulometrica con materiali anche derivanti dalle attività di demolizione, fatta eccezione per l'ultimo strato di 30 cm ove dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A1-a e A3, e non saranno ammesse rocce frantumate con pezzature grossolane.

L'impiego di rocce frantumate è ammesso nel restante rilevato se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime non eccedenti i 30 cm.

Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato.

Tra i materiali di integrazione previsti è consentito l'impiego di fresato (materiale derivante dalla demolizione di pavimentazioni in conglomerato bituminoso) nei modi e nelle forme richiamate nell'art.3.4.2.

I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una densità pari o superiore al 90% della densità massima individuata dalle prove di compattazione AASHTO Mod. salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione che dovrà presentare una densità pari o superiore al 95%.

### ***Impiego di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7***

Saranno impiegate terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7, provenienti dagli scavi o provenienti da siti approvati nel piano cave e previste nel progetto; il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati soltanto al di sotto di 2,0 m dal piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale previa sovrapposizione ad uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.

Il grado di densità e la percentuale di umidità secondo cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati dall'Impresa e sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori.

Quanto sopra allo scopo di contenere a limiti minimi, ritiri e rigonfiamenti di materiali.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm ed il materiale dovrà essere convenientemente disaggregato.

### ***3.4.5.2 Rilevati in "Terra Armata"***

Dovranno essere impiegati i soli materiali appartenenti ai gruppi A1 e A3.

Eventuali deroghe potranno essere autorizzate dalla Direzione Lavori, in accordo con il Progettista, solo se supportate da accurate verifiche e indagini di laboratorio e/o in sito da eseguirsi a cura e spese dell'Impresa.

Viene del tutto esclusa la possibilità di impiegare materiali con pezzature superiori ai 25 cm e materiali contaminati da resti vegetali, componenti organiche o instabili (solubili, gelive, degradabili).

Allo scopo di garantire un comportamento omogeneo della terra armata, qualora i materiali di cava non mantenessero la prescritta uniformità di caratteristiche granulometriche e chimiche, gli stessi saranno preventivamente stoccati in apposita area al fine di essere opportunamente mescolati.

Prevedendosi l'uso di armature metalliche, per i materiali impiegati dovranno essere preliminarmente verificate le seguenti condizioni:

- contenuto in sali;
- solfuri, del tutto assenti;
- solfati, solubili in acqua, minori di 500 mg/kg;
- cloruri, minori di 100 mg/kg;
- pH, compreso tra 5÷10;
- resistività elettrica superiore a 1.000 ohmxcm per opere all'asciutto, superiore a 3.000 ohmxcm per opere immerse in acqua.

La compattazione di detti materiali dovrà risultare tale da garantire una densità misurata alla base di ciascuno strato non inferiore al 95% della densità massima individuata mediante la prova AASHTO Mod.

#### ***Rilevati di precarico e riempimenti***

Potranno essere impiegati materiali di qualsiasi natura fatta eccezione per quelli appartenenti ai gruppi A7 e A8.

I materiali provenienti da scavi potranno essere impiegati soltanto se ritenuti idonei dalla Direzione Lavori.

Non è richiesto il conseguimento di una densità minima; il materiale dovrà essere steso in strati regolari di spessore prestabilito e le modalità di posa dovranno essere atte a conseguire una densità uniforme, controllata con sistematicità, e tale da garantire l'opera da instabilità ed erosioni.

#### ***3.4.5.3 Costruzione del rilevato***

##### ***Stesa dei materiali***

La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2%.

In presenza di paramenti di rilevati in terra armata o di muri di sostegno in genere, la pendenza sarà contrapposta ai manufatti.

Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere certificato mediante prove di controllo l'idoneità dello strato precedente.

Lo spessore dello strato sciolto di ogni singolo strato sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle modalità di compattazione e delle finalità del rilevato.

Comunque, tale spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 50 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, o con rocce frantumate;
- 40 cm per rilevati in terra armata;
- 30 cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7.

Per i rilevati eseguiti con la tecnica della terra armata e in genere per quelli delimitati da opere di sostegno flessibili (quali gabbioni) sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento esterno.

##### ***Compattazione***

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo ( $\pm 1,5\%$  circa) a quello ottimo determinato mediante la prova AASHTO Mod. Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione; se inferiore l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; nelle fasi iniziali del lavoro, l'Impresa dovrà adeguare le proprie modalità esecutive in funzione delle terre da impiegarsi e dei mezzi disponibili.

La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme; a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quell'adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.

Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato, le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma.

In presenza di paramenti flessibili e murature laterali, la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.

In particolare si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti della terra armata o flessibili in genere.

A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e densità richiesti anche operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

A ridosso delle murature dei manufatti si dovrà eseguire la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante mescolazione in sito del legante con i materiali costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.

Il cemento potrà essere del tipo I, II, III, IV, V 32,5 o 32,5R ed in ragione di 25÷50 kg/m<sup>3</sup> di materiale compattato.

La Direzione Lavori prescriverà il quantitativo di cemento da utilizzare, in funzione del materiale da impiegare e delle condizioni operative da affrontare.

La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della densità max AASHTO Mod. procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.

Tale stabilizzazione a cemento dei rilevati dovrà interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse autostradale, sarà a forma trapezia avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a 2,00 m + 3/2 h e l'altezza h coincidente con quella del rilevato.

Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo. Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso. Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta l'Impresa dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

#### ***Condizioni climatiche***

La costruzione di rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es.: pietrame).

Nell'esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva dovranno essere tenuti a disposizione anche dei carrelli pigiatori gommati che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.

Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

#### ***Rilevati di prova***

Quando prescritto dalla Direzione Lavori, l'Impresa procederà, a sua cura e spese, all'esecuzione dei rilevati di prova, e alle relative prove di controllo.

In particolare si dovrà fare ricorso ai rilevati di prova per verificare l'idoneità di materiali a pezzatura grossolana (pietrami), di materiali coesivi (appartenenti ai gruppi A2-6 e A2-7) ed a comportamento instabile, di materiali diversi da quelli specificati nei precedenti capitoli.

Il rilevato di prova consentirà di verificare le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali messi in opera, le caratteristiche dei mezzi di compattazione (tipo, peso, energie vibranti) e le modalità esecutive più idonee (numero di passate, velocità del rullo, spessore degli strati, ecc.), le procedure di lavoro e di controllo cui attenersi nel corso della formazione dei rilevati. La ubicazione del campo prova, le modalità esecutive del rilevato di prova e delle relative prove di controllo saranno stabilite di volta in volta dalla Direzione Lavori; a titolo indicativo si adotteranno le seguenti prescrizioni:

- l'area prescelta per la prova dovrà essere perfettamente livellata, compattata e preferibilmente tale da presentare caratteristiche di deformabilità prossime a quelle dei materiali in esame;
- la larghezza del rilevato dovrà risultare almeno pari a tre volte la larghezza del rullo, i materiali saranno stesi in strati di spessore costante (o variabile qualora si voglia individuare lo spessore ottimale) e si provvederà a compattarli con regolarità ed uniformità simulando durante tutte le fasi di lavoro quelle modalità esecutive che poi saranno osservate nel corso dei lavori.

In generale per ciascun tipo di materiale e per ciascun tipo di modalità esecutiva si provvederà a mettere in opera almeno 2 o 3 strati successivi; per ogni strato si provvederà ad eseguire le prove di controllo dopo successive passate (ad esempio dopo 4, 6, 8, passate).

Le prove di controllo da adottarsi saranno principalmente finalizzate ad individuare nel dettaglio le caratteristiche di densità, deformabilità e i contenuti d'acqua delle terre.

In taluni casi si potrà ricorrere a prove speciali (ad esempio la prova di carico su piastra previa saturazione, prove dinamiche non distruttive ecc.) e a prelievo di campioni indisturbati da destinarsi alle prove di laboratorio ponendo particolare attenzione a quei materiali considerati instabili o presunti tali, quali le rocce tenere.

Limitatamente ai materiali a granulometria grossolana, risultando le prove abituali non rappresentative, l'addensamento sarà controllato mediante successive livellazioni del piano di rullatura e la misura della densità in sito sarà fatta prelevando il materiale da un pozzetto che dovrà essere rivestito da apposito telo impermeabile successivamente riempito d'acqua.

L'Impresa sarà tenuta a documentare in apposita relazione tutte le fasi di lavoro, i mezzi e le procedure impiegate nonché gli esiti delle prove di controllo.

L'approvazione dei materiali nonché delle modalità esecutive spetta esclusivamente alla Direzione Lavori.

#### ***Prove di controllo ed autorizzazione***

Prima che sia messo in opera uno strato successivo, ogni strato di rilevato dovrà essere sottoposto alle prove di controllo e possedere i requisiti di costipamento richiesti.

La procedura delle prove di seguito specificata deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Impresa dovrà eseguire le prove di controllo in contraddittorio con la Direzione Lavori nei punti indicati dalla Direzione Lavori stessa.

Tali prove potranno essere eseguite oltre che nel laboratorio dell'Impresa anche da un laboratorio esterno.

È comunque richiesto che fra le prove indicate almeno una su dieci sia eseguita da un Laboratorio Ufficiale.

Il personale addetto dovrà comunque essere di provata esperienza ed affidabilità; il numero dei tecnici nonché quello delle attrezzature effettivamente disponibili dovrà essere tale da poter esperire le prove in sito e in laboratorio con tempestività, continuità e con le frequenze previste. Le prove di laboratorio dovranno comunque essere eseguite in una sede attrezzata adeguatamente e capiente che sia distaccata presso gli uffici di cantiere dell'Impresa o comunque tale da risultare accessibile alla Direzione Lavori.

Prima di iniziare i lavori l'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori l'elenco del personale, delle attrezzature di prova nonché i certificati di calibrazione e taratura delle apparecchiature; durante i lavori l'esito delle prove dovrà essere trascritto tempestivamente su appositi moduli.

La serie di prove sui primi 5.000 m<sup>3</sup> sarà effettuata una volta tanto a condizione che i materiali mantengano caratteristiche omogenee e siano costanti le modalità di compattazione.

In caso contrario la Direzione Lavori potrà prescrivere la ripetizione della serie.

Le prove successive devono intendersi riferite a quantitativi appartenenti allo stesso strato di rilevato. Tutti gli oneri conseguenti all'effettuazione e certificazione delle prove di cui al presente articolo devono intendersi a totale carico dell'Impresa.

Tipo di prova	Rilevati Autostradali				Terre Rinforzate ed Armate		Rilevati precarico Riempiimenti banche	
	Corpo del rilevato		Ultimo strato di spess. 30 cm					
	primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>	primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>	primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>	primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>
Classificazione CNR-UNI 10006	500	10000	500	2500	500	5000	5000	20000
Costipamento AASHTO Mod. CNR	500	10000	500	2500	500	5000	5000	20000
Rilievo deflettometrico F.W.D.	-	-	100***	100***	-	-	-	-
Densità in sito CNR 22	250	5000	250 500***	1000 2000***	250	1000	1000	1000
Carico su piastra CNR 9-70317	*	*	500 1000***	1000 2000***	1000	5000	-	-
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000	*	*
pH	*	*	*	*	500	5000	*	*
Solfati e cloruri	*	*	*	*	500	5000	*	*
Solfuri	*	*	*	*	500	5000	*	*

\* Su prescrizioni della Direzione Lavori;

\*\* Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato.

\*\*\* Frequenze previste nel caso di applicazione del rilievo deflettometrico F.W.D.

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

### 3.5 Palancole tipo Larssen

Le palancole Larssen sono eseguite a contorno e a difesa degli scavi per fondazione e a completa tenuta d'acqua; avranno caratteristiche: peso, lunghezza e profilo secondo quanto previsto in progetto e tali che, oltre ad avere una sufficiente robustezza per resistere alla spinta delle terre, non lascino filtrare acqua dalle pareti.

Comunque devono rispondere alle prescrizioni del D.M. 11/3/1988 e successivi aggiornamenti. La palancole, che di norma è recuperata, dovrà essere infissa mediante attrezzature speciali fino alla quota prevista, facendo anche ricorso durante le operazioni di infissione all'esecuzione di perforazioni a distruzione di nucleo in corrispondenza dei giunti di connessione tra un profilo e l'altro al fine di facilitare l'infissione stessa; le sue superfici saranno protette da un adeguato rivestimento di bitume; eventuali sfridi dovuti a guasti nelle operazioni di infissione o di estrazione o ad impossibilità di recupero per qualsiasi motivo, saranno a totale carico dell'Impresa.

### 3.6 Pali di fondazione

#### 3.6.1 Generalità

I pali nel seguito considerati sono:

- pali prefabbricati in c.a., o c.a.p.;
- pali battuti;
- micropali;
- pali trivellati.

Tali strutture devono rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 11/03/1988 e successivi aggiornamenti.

#### 3.6.1.1 Prove tecnologiche preliminari

Prima di dare inizio ai lavori la metodologia esecutiva o di posa in opera dei pali, quale proposta dall'Impresa, dovrà essere messa a punto dalla stessa mediante l'esecuzione di un adeguato numero di pali prova.

I pali prova, a cura e spese dell'Impresa, saranno eseguiti in ragione dello 0,5% del numero totale dei pali con un minimo di un palo prova e comunque secondo le prescrizioni della Direzione Lavori.

I pali di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata di progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico.

I pali di prova dovranno essere eseguiti, o posti in opera, alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali di progetto.

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo che saranno richieste dalla Direzione Lavori quali: prove di carico eseguite come da D.M. dell'11/03/1988, spinte fino a portare a rottura il complesso palo-terreno per determinare il carico limite del palo e costruire significativi diagrammi dei cedimenti della testa del palo in funzione dei carichi e dei tempi; a prove di controllo non distruttive ed ad ogni altra prova o controllo tali da dirimere ogni dubbio sulla accettabilità delle modalità esecutive.

Nel caso l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso sempre a sua cura e spese alle prove tecnologiche sopradescritte. Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

### **3.6.1.2 Preparazione del piano di lavoro**

L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'infissione, possano recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

Per pali in alveo in presenza di battente d'acqua fluente, l'Impresa predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

## **3.6.2 Micropali**

### **3.6.2.1 Definizione, classificazione e campi di applicazione**

Si definiscono micropali i pali trivellati di fondazione aventi diametro inferiore a 250 mm con fusto costituito da malta o pasta di cemento gettata in opera e da idonea armatura di acciaio.

Modalità ammesse per la formazione del fusto:

- tipo a) Riempimento a gravità;
- tipo b) Riempimento a bassa pressione;
- tipo c) Iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità sono da applicare rispettivamente:

- tipo a), per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformazione a breve termine superi orientativamente i 200 MPa;
- tipo b) e c), per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 200 MPa.

In particolare la modalità tipo c) è da eseguire in terreni fortemente eterogenei e per conseguire capacità portanti elevate (> 30 t) anche in terreni poco addensati.

### **3.6.2.2 Soggezioni geotecniche e idrogeologiche**

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto, a cura e spese dell'Impresa, mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

### **3.6.2.3 Tolleranze geometriche**

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;

- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.

Ogni micropalo che risultasse non conforme alle tolleranze qui stabilite, sentito il Progettista, dovrà essere idoneamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa.

#### **3.6.2.4 Tracciamento**

Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura ed onere, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

#### **3.6.2.5 Perforazione**

La perforazione, eseguita mediante rotazione o rotopercolazione in materie di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza d'acqua, deve essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto; in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro.

Il tipo b) necessita che la perforazione sia eseguita con posa di rivestimento provvisorio per tutta la profondità del palo.

Per i tipi a) e c) la perforazione potrà essere eseguita con o senza rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua o di fango di cemento e bentonite, in funzione dell'attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili le pareti del foro e previa approvazione della Direzione Lavori.

Il fango di cemento e bentonite sarà confezionato adottando i seguenti rapporti in peso:

- bentonite/acqua: 0,05 - 0,08;
- cemento/acqua: 0,18 - 0,23.

In ogni caso la perforazione sottofalda in terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie, sabbie e limi) non dovrà essere eseguita con circolazione di aria per evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore ed il conseguente dilavamento del terreno.

A termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disgregatore. Il materiale di risulta dovrà essere portato a rifiuto dopo aver trattato i fanghi secondo le leggi vigenti.

L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

#### **3.6.2.6 Confezione e posa delle armature**

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

##### ***Armatura con barre di acciaio per c.a.***

Si useranno barre longitudinali a aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, aventi le caratteristiche delle presenti Norme Tecniche; saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione; la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta

mediante legature; tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale. In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

#### ***Armature tubolari***

Si useranno tubi di acciaio Fe 510, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo dovranno essere ottenute mediante manicotti filettati. Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo 3,5 mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili d'acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

#### ***3.6.2.7 Formazione del fusto del micropalo***

La formazione del fusto dovrà iniziare in una fase immediatamente successiva alla perforazione di ciascun palo.

In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del perforo subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta.

In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta. Fanno eccezione solo i micropali perforati interamente in roccia, senza presenza di franamenti e di acqua nel perforo.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del micropalo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

#### ***Riempimento a gravità***

Il riempimento del perforo, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10÷15 cm dal fondo e dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie scevra di inclusioni e miscelazioni con il fluido di perforazione.

Si attenderà per accertare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre il tubo di convogliamento allorché il foro sarà intasato e stagnato.

Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione vanno praticati esclusivamente tramite il tubo di convogliamento.

Nel caso l'armatura sia tubolare, essa si potrà usare come tubo di convogliamento solo se il suo diametro interno non supera 50 mm; in caso contrario si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato, dotato di otturatore posizionato alla base del tubo di armatura del palo.

***Riempimento a bassa pressione***

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta avverrà in un primo momento entro il rivestimento provvisorio tramite un tubo di convogliamento come descritto al punto precedente. Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0,5-0,6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione.

Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5 - 6 m di rivestimento da estrarre per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

***Iniezione ripetuta ad alta pressione***

Le fasi della posa in opera saranno le seguenti:

I) riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo a valvole e le pareti del perforo, ottenuta alimentando con apposito condotto di iniezione e otturatore semplice la valvola più bassa finché la malta risale fino alla bocca del foro;

II) lavaggio con acqua all'interno del tubo;

III) avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno, valvola per valvola, volumi di malta non eccedenti il sestuplo del volume del perforo senza superare durante l'iniezione la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno ("claquage");

IV) lavaggio con acqua all'interno del tubo;

V) avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione limitatamente alle valvole per le quali:

- il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;

- le pressioni residue di iniezione, misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico, non superino 0,7 MPa.

Al termine delle iniezioni si riempirà a gravità l'interno del tubo.

Le attrezzature per l'iniezione dovranno essere munite di apparecchio "contacolpi" al fine di verificare il numero di mandate necessarie per una corretta formazione del bulbo.

***Caratteristiche delle malte e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali***

Rapporto acqua/cemento: < 0,5.

Classe di resistenza: > 25/30 MPa.

L'aggregato dovrà essere costituito:

- da sabbia fine lavata, per le malte dei micropali riempiti a gravità;
- da ceneri volanti o polverino di calcare, totalmente passanti al vaglio da 0,075 mm, per le paste dei micropali formati mediante iniezione in pressione.

Per garantire la resistenza richiesta e la necessaria lavorabilità e stabilità dell'impasto dovranno essere adottati i seguenti dosaggi minimi:

- per le malte, 600 kg di cemento 32,5 o 32,5R tipo II per metro cubo di impasto, in condizioni di non aggressività del terreno o dell'acqua; in caso di condizioni di aggressività cemento 32,5 o 32,5R tipo III o IV;

- per le paste, 900 kg di cemento 32,5 o 32,5R tipo II per metro cubo di impasto, in condizioni di non aggressività del terreno o dell'acqua; in caso di condizioni di aggressività cemento 32,5 o 32,5R tipo III o IV.

In presenza di particolari condizioni operative ed ambientali, si dovrà fare uso di cementi tipo 42,5 o 42,5R del tipo consono all'aggressività ambientale rilevata. Per una corretta posa in opera si potranno anche aggiungere superfluidificanti non aeranti ed eventualmente bentonite; quest'ultima in misura non superiore al 4% in peso del cemento.

In presenza di acque di falda che possono sortire effetti dilavanti si potrà impiegare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, un additivo ad attività pozzolanica con effetto antidilavante non tossico, non nocivo, non inquinante.

L'impiego di additivi comporterà la riduzione dell'acqua di impasto nelle quantità indicate dal produttore degli additivi stessi.

### **3.6.2.8 Controlli**

Il controllo della profondità dei perfori, rispetto alla quota di sottoplinto, verrà effettuato in doppio modo:

A) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;

B) in base alla lunghezza dell'armatura.

La differenza tra le due misure dovrà risultare  $< 0,10$  m; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

- nel caso di armature in barre longitudinali a aderenza migliorata, in base alla rispondenza al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;
- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico mediante la bilancia descritta successivamente e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata di diametro  $> 30$  mm.

Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo  $3 \text{ g/cm}^3$  il peso specifico assoluto del cemento e  $2,65 \text{ g/cm}^3$  quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Nelle prove di decantazione, l'acqua separata in 24 h non dovrà superare il 3% in volume.

Con il campione di miscela saranno altresì confezionati cubetti di 7 o 10 cm di lato, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione nella misura di almeno una prova per ogni micropalo.

Per i micropali riempiti a gravità, la frequenza dei prelievi sarà pari ad 1 ogni 10 pali, o frazione. Le modalità di prova dovranno essere conformi alle normative vigenti ed alle preventive richieste della Direzione Lavori.

### **Misure del peso specifico**

Si userà di regola una bilancia (pesa di Baroid) che consiste in un'asta graduata in g/l imperniata al basamento e munita ad un estremo di contrappeso ed all'altro di un contenitore.

Quest'ultimo una volta riempito sarà chiuso con un coperchio forato; si garantirà il completo riempimento del contenitore facendo in modo che della miscela fuoriesca dal foro.

Successivamente si avrà cura di pulire l'esterno del contenitore e del coperchio.

Si sposterà il cursore posto sull'asta finché questa assumerà una posizione orizzontale, individuata dalla bolla della livella montata sull'asta.

In tale posizione si leggerà direttamente sull'asta il peso di volume racchiuso nel contenitore.

Per la taratura si riempirà il contenitore di acqua distillata controllando che il peso di volume indicato dal cursore corrisponda a  $1000 \text{ g/l}$ ; in caso contrario si toglieranno o aggiungeranno dei pallini di piombo nel corpo del contrappeso. L'approssimazione delle misure dovrà essere di  $\pm 5 \text{ g/l}$ .

### **3.6.2.9 Documentazione dei lavori**

L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione del micropalo;
- data di inizio perforazione e termine del getto (o iniezione);
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione (detta "A");
- profondità del foro all'atto della posa dell'armatura (detta "B");
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- per i micropali formati mediante iniezione ripetuta ad alta pressione, pressioni residue minime e quantità complessive iniettate per ogni fase di iniezione ad alta pressione;
- risultati delle misure di peso di volume, di decantazione (acqua separata) e classe di resistenza a compressione.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello che dovrà essere trasmesso dall'Impresa alla Direzione Lavori.

### **3.6.3 Pali trivellati di medio e grande diametro**

#### **3.6.3.1 Definizione**

Si definiscono pali trivellati quelli ottenuti per asportazione del terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato mediante perforazione a rotazione o rotopercolazione, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza di acqua e/o in alveo con acqua fluente.

L'Impresa avrà cura di non provocare inquinamenti di superficie o della falda per incontrollate discariche dei detriti e/o dei fanghi bentonitici; il materiale di risulta dovrà essere sistematicamente portato alla discarica, previo trattamento dei fanghi bentonitici, nel caso d'uso, secondo quanto previsto dalla legislazione vigente.

#### **3.6.3.2 Soggezioni geotecniche e idrogeologiche**

Le tecniche di perforazione devono essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione "a secco" senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi dove può essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro;
- la perforazione a fango non è consigliabile in terreni molto aperti senza frazioni medio-fini.

Durante la perforazione occorrerà tener conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo; dovranno quindi essere minimizzati:

- il rammollimento degli strati coesivi;
- la diminuzione di densità relativa degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci proprie dello stato naturale;
- la riduzione dell'aderenza palo-terreno causata da un improprio impiego di fanghi.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto, a cura e spese dell'Impresa, mediante l'esecuzione di perforazioni di prova, approvate dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei pali di progetto.

#### **3.6.3.3 Tolleranze geometriche**

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

Le tolleranze sul diametro nominale  $D$ , verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito rilevate con la frequenza indicata successivamente sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra « $-0,01D$ » e « $+0,1D$ »;
- per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra « $-0,01D$ » e « $+0,1D$ ».

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spese tutti i controlli e tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per avviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

#### **3.6.3.4 Tracciamento**

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'Impresa si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione planaltimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro.

Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

### **3.6.3.5 Perforazione**

#### **Attrezzature**

La potenza e la capacità operativa delle attrezzature dovranno in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare ed alle dimensioni dei pali da eseguire nei tempi previsti. Marcature disposte ad intervalli regolari (1÷2 m) sugli organi di manovra degli utensili di scavo dovranno consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

#### **Perforazione a secco senza rivestimento**

È ammessa esclusivamente nei terreni coesivi di media od elevata consistenza (coesione non drenata >0,03 MPa) esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possano causare ingresso di acqua nel foro.

Si possono utilizzare attrezzi ad elica in due versioni:

- elica continua cilindrica, gradualmente infissa nel terreno con moto rotatorio, fino alla profondità della base del palo.

I detriti vengono in parte portati a giorno dalla rotazione dell'elica, in parte vi aderiscono e sono estratti insieme ad essa alla fine della perforazione;

- elica a poche spire, a profilo conico, infissa nel terreno tramite un'asta rigida che le imprime poche rotazioni e quindi la riporta in superficie per scaricare i detriti accumulatisi sulle spire.

#### **Perforazione con impiego di tubazione di rivestimento provvisoria**

La tubazione sarà costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi 2,0÷2,5 m connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta, imprimendole un movimento rototraslatorio mediante una morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza.

In questo secondo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2,50 m o anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

L'infissione con vibratore sarà adottata in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi.

È ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni purché non risultino varchi nel tubo che possano dar luogo all'ingresso di terreno.

La perforazione all'interno dei tubi di rivestimento potrà essere eseguita mediante:

- benna automatica con comando a fune o azionata oleodinamicamente;
- secchione (buchtet) manovrato da un'asta rigida o telescopica;

ed in entrambi i casi si dovrà conseguire la disgregazione del terreno e la estrazione dei detriti dal foro.

In terreni sabbiosi si potrà fare ricorso anche ad utensili disgregatori rotanti con risalita dei detriti per trascinamento ad opera di una corrente ascendente di acqua.

Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno d'acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con un livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

In generale la perforazione non dovrà essere approfondita al disotto della scarpa del tubo di rivestimento.

#### ***Perforazione in presenza di fango bentonitico***

Il fango bentonitico dovrà essere preparato, trattato e controllato seguendo le modalità descritte successivamente.

La perforazione sarà eseguita mediante secchione azionato da asta rigida o telescopica oppure mediante benna dotata di virola superiore di centramento e guida.

In entrambi i casi il corpo dell'utensile dovrà lasciare uno spazio anulare tra esso e la parete del foro di ampiezza sufficiente ad evitare "effetti pistone" allorché l'utensile viene sollevato.

Gli utensili di perforazione dovranno avere conformazione tale da non lasciare sul fondo del foro detriti smossi o zone di terreno rimaneggiato.

Il secchione dovrà essere provvisto delle aperture per la fuoriuscita del fango all'atto dell'estrazione.

Il livello del fango nel foro dovrà essere in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore a 1,00 m e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile dal foro; a tale scopo si potrà disporre di una fossa di piccola capacità accanto al perforo, direttamente connessa alla sua sommità con corto canale.

La distanza minima fra due perforazioni attigue in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri.

Il materiale portato in superficie dovrà essere sistematicamente portato a discarica.

Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del conglomerato cementizio ecc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto.

L'Appaltatore, a propria scelta tecnica e a proprio costo può proporre l'utilizzo di fanghi non bentonitici, ad esempio utilizzando polimeri biodegradabili. Il fango biodegradabile dovrà essere preparato, trattato e controllato seguendo le modalità descritte nell'articolo specifico.

#### ***Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose***

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una adeguata immorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati. In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello della benna o del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

#### ***Controlli***

La Direzione Lavori controllerà in fase di esecuzione del perforo la rispondenza delle stratigrafie di progetto con quelle effettive.

In presenza di eventuali discordanze o nel caso che alla base del palo si rinvenga un terreno più compressibile e/o molto meno resistente del previsto, o comunque altre anomalie, dovranno essere raccolti tutti gli elementi conoscitivi che consentano alla Direzione Lavori la definizione degli eventuali adeguamenti delle modalità operative e al Progettista le eventuali variazioni progettuali.

Alla fine della perforazione si misurerà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, rispetto alla quota di sottoplinto, la profondità del perforo con uno scandaglio; l'operazione verrà effettuata anche all'inizio ed al termine di eventuali interruzioni prolungate della lavorazione in corrispondenza dei turni di riposo o per altri motivi.

### **3.6.3.6 Armature metalliche**

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni delle presenti Norme Tecniche ed essere conformi al progetto.

Le armature trasversali dei pali saranno costituite da una spirale in tondino esterna ai ferri longitudinali.

Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo rispetto alla parete di scavo di 6 cm.

Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio (diametro 12÷15 cm - larghezza > 6 cm) con perno in tondino fissato a due ferri verticali contigui.

I centratori saranno posti a gruppi di 3÷4, regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3÷4 m.

Gli assi dei ferri verticali saranno disposti su una circonferenza con diametro di 15 cm inferiore a quello nominale; tali misure potranno ridursi a 12 cm per barre verticali di diametro inferiore a 18 mm.

Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm con aggregati inferiori a 2,0 cm, a 10 cm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe in opera prima dell'inizio del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro.

Ai fini della esecuzione delle prove geofisiche descritte nel relativo paragrafo, l'Impresa dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale di pali trivellati di diametro > 700 mm con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

### **3.6.3.7 Formazione del fusto del palo**

#### ***Preparazione e trasporto del conglomerato cementizio***

Il conglomerato cementizio sarà confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

Si impiegheranno almeno tre classi di aggregati; le classi saranno proporzionate in modo da ottenere una curva granulometrica che soddisfi il criterio della massima densità (curva di Fuller).

La dimensione massima degli aggregati dovrà essere inferiore al valore minimo di interspazio fra le armature e comunque non superiore a 40 mm.

Il conglomerato cementizio dovrà avere la classe di resistenza prevista in progetto e comunque non dovrà risultare di classe inferiore a 25/30 MPa.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il valore di 0,5 nella condizione di aggregato saturo a superficie asciutta.

La lavorabilità dovrà essere tale da dare uno "slump" al cono di ABRAMS compreso fra 16 e 18 cm; per le modalità da seguire nello "slump test" per la determinazione dell'abbassamento fare riferimento a quanto prescritto successivamente.

Per soddisfare entrambi questi requisiti potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante. È ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della Direzione Lavori.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile; in ogni caso ciascun getto dovrà venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 15 m<sup>3</sup>/h per pali di diametro < 800 mm e di 20 m<sup>3</sup>/h per pali di diametro > 800 mm.

La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire la erogazione nell'unità di tempo di volumi di conglomerato cementizio almeno doppi di quelli risultanti dal più oneroso dei limiti sopra indicati.

Per i pali trivellati in presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea controcamicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

#### ***Posa in opera del conglomerato cementizio***

Il getto del conglomerato cementizio avverrà impiegando il tubo di convogliamento.

Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 2,50 m di un tubo in acciaio avente diametro interno 20 - 25 cm.

L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di 0,4÷0,6 m<sup>3</sup> e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

Prima di installare il tubo di convogliamento sarà eseguita una ulteriore misura del fondo foro. Per pali trivellati in presenza di acqua di falda o impiegando fango bentonitico, il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30÷60 cm dal fondo della perforazione; prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da una palla di malta plastica oppure da uno strato di 30 cm di spessore di vermiculite granulare o palline di polistirolo galleggianti sul liquido, oppure ancora da un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di convogliamento e di almeno 3,0 o 4,0 m di palo.

Il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima nel conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0 m. Per pali trivellati a secco non occorre alcun tappo alla sommità del tubo di getto.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

#### ***Controlli***

L'Impresa, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà provvedere alla esecuzione di:

- una analisi granulometrica ogni 500 m<sup>3</sup> di inerte impiegato;
- una serie di prove di carico a rottura su provini di conglomerato cementizio prelevati in numero e modalità conformi a quanto prescritto nelle presenti Norme Tecniche e inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- una prova con il cono Abrams per ogni betoniera o 8 m<sup>3</sup> di conglomerato cementizio impiegato (abbassamento al cono di ABRAMS UNI 9418/89);
- il rilievo della quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni palo.

Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di conglomerato cementizio e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, sarà fatto impiegando uno scandaglio a base piatta su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi.

In base a questo rilievo potrà essere ricostituito l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto).

#### **3.6.3.8 Documentazione dei lavori**

L'esecuzione di ogni singolo palo dovrà comportare la registrazione su apposita scheda, compilata dall'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori, dei seguenti dati:

- identificazione del palo;
- data di inizio perforazione e di fine getto;
- risultati dei controlli eseguiti sul fango eventualmente usato per la perforazione;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del fondo foro prima della posa del tubo getto;
- "slumps" del conglomerato cementizio (UNI 9418/89);
- assorbimento totale effettivo del conglomerato cementizio e volume teorico del palo;
- "profilo di getto" ove richiesto;
- risultati delle prove di rottura a compressione semplice.

Nella documentazione generale dovrà inoltre comparire:

- una scheda con le caratteristiche delle polveri bentonitiche e relativi additivi eventualmente usati;
- una scheda con le caratteristiche dei componenti del conglomerato cementizio, compresi i risultati delle analisi granulometriche degli aggregati di cui al punto precedente.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello che dovrà essere trasmesso dall'Impresa alla Direzione Lavori.

### **3.6.4 Prove di controllo sui pali**

#### **3.6.4.1 Prove di carico**

Le prove di carico saranno effettuate con le modalità di cui al punto C.5.5. del D.M. 11/3/88.

Si definiscono:

prove di collaudo le prove effettuate sui pali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; la prova deve essere eseguita fino ad un carico pari a 1,5 volte il carico di esercizio;

prove a carico limite le prove effettuate su pali prova appositamente predisposti all'esterno della palificata su terreno delle stesse caratteristiche del terreno di fondazione; la prova va spinta fino a quel valore del carico per il quale si raggiunge la condizione di rottura del terreno (in generale circa 2,5-3 volte il carico di esercizio).

Il numero dei pali da sottoporre alla prova di carico deve essere stabilito in base all'importanza dell'opera ed al grado di omogeneità del sottosuolo. Per le prove di collaudo tale numero deve essere pari ad almeno l'1% del totale del numero dei pali dell'opera, con un minimo di uno. Per le opere minori, se risultano eseguite in terreni con stratigrafia omogenea, è sufficiente sottoporre alla prova di carico l'1% del numero totale dei pali del gruppo di opere con un minimo di uno.

Per le prove a carico limite tale numero andrà concordato con la D.L. in base all'importanza dell'opera.

La scelta dei pali di prova sarà affidata alla Direzione Lavori e comunque si dovrà tener presente la necessità di interessare le diverse situazioni del sottosuolo, evitandone la concentrazione.

Al momento della prova il conglomerato cementizio del palo dovrà avere almeno ventotto giorni di stagionatura. Le modalità di applicazione, la durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e di scarico saranno prescritti dalla Direzione Lavori anche in funzione della natura dei terreni di fondazione.

Il carico sarà applicato mediante un martinetto, che trova contrasto mediante un'adeguata zavorra o pali di reazione, il cui manometro (o cella di carico) dovrà essere corredato da un certificato di taratura di data non anteriore ad un mese.

Le misure dei cedimenti dovranno essere rilevate mediante tre micrometri centesimali, disposti a 120° attorno al palo, interposti al terreno in punti sufficientemente distanti dal palo di prova e dal sistema di contrasto, così da evitare l'influenza delle operazioni di carico e scarico.

I supporti di tale struttura devono distare non meno di 3.0 m e non meno di 3 diametri dal palo di prova, e infine non meno di 2.0 m dalla impronta della zavorra o da eventuali pali di reazione. La struttura portamicrometri dovrà essere protetta da vibrazioni e urti accidentali e schermata dai raggi solari per minimizzare le deformazioni di natura termica. Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data e ora di ogni variazione di carico, entità del carico, le letture ai micrometri ed il diagramma carichi-cedimenti. Al verbale verranno allegati i certificati di taratura del manometro (o cella di carico).

#### **3.6.4.2 Controlli non distruttivi**

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, non compromettendone l'integrità strutturale.

A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- A) prove geofisiche;
- B) carotaggio continuo meccanico;
- C) scavi attorno al fusto del palo.

Per tutti i controlli non distruttivi l'Impresa provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

#### **Prove geofisiche**

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti.

Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di diametro > 800 mm.

Il numero e il tipo dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali. I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

Le prove geofisiche verranno eseguite da un laboratorio di fiducia della Direzione Lavori sul 20% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dalle Norme Tecniche d'Appalto.

Con riferimento ai soli pali trivellati con diametro > 800 mm, le prove eseguite entro fori precedentemente predisposti, dovranno essere eseguite sul 5% minimo del numero totale dei pali.

Dovranno comunque essere attrezzati con tubi il 20% del numero totale dei pali.

Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto dovrà essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possono scorrere le sonde di emissione e ricezione degli impulsi. Nei fori si dovranno inoltre eseguire delle misure inclinometriche, al fine di ricavare la distanza tra foro trasmettente ed il foro ricevente.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.

Gli stessi saranno almeno tre per ogni palo predisposto, in generale e comunque in numero adeguato alla tipologia di controllo adottata. Previamente all'esecuzione delle prove sarà opportuno provvedere alla verifica con scandaglio della conservazione dell'accessibilità dei fori ed al controllo della presenza di acqua stabile negli stessi.

Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmettente e ricevente.

#### ***Carotaggio continuo meccanico***

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta.

Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà a cura e spese dell'Impresa, quando ordinato della Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della medesima.

#### ***Scavi attorno al fusto del palo***

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4,0÷5,0 m di palo. Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva. Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva. Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle presenti Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

## 3.7 Dreni

### 3.7.1 Dreni prefabbricati a nastro

#### 3.7.1.1 Definizioni e campo di impiego

Si definiscono dreni prefabbricati a nastro quelli costituiti da un elemento di materiale termoplastico, perforato ed ondulato, altamente drenante, avvolto in geotessili in polipropilene non tessuto a filo continuo di elevata permeabilità.

L'installazione nel terreno dei dreni avverrà mediante un contenitore metallico ("mandrino"), di dimensioni trasversali poco superiori a quelle del nastro, che verrà infisso a pressione in direzione verticale (o, più raramente, inclinata) fino alla profondità richiesta.

Successivamente verrà estratto il mandrino abbandonando in posto il dreno in esso contenuto. Allorché la natura del terreno superficiale o la presenza di ostacoli non consentano la penetrazione del mandrino, si potrà ovviare facendo precedere l'esecuzione di un preforo (generalmente a rotopercolazione) per l'attraversamento del tratto in cui è impedita l'infissione. Scopo dei dreni è quello di provvedere, in seno a strati compressibili di bassa permeabilità (limi ed argille normalmente consolidati), vie di espulsione dell'acqua interstiziale aventi bassa resistenza idraulica e disposte ad interassi ravvicinati, in modo da ridurre a termini accettabili il tempo di consolidazione primaria degli strati interessati sotto i carichi statici loro imposti.

#### 3.7.1.2 Requisiti del nastro prefabbricato

Il nastro prefabbricato dovrà essere del tipo previsto e approvato dalla Direzione Lavori.

Dovrà avere un'anima di materia plastica (P.V.C., polietilene, polipropilene) sagomata in modo da costituire un insieme di canali paralleli longitudinali, aperti lateralmente verso l'involucro filtrante.

L'involucro filtrante sarà costituito da un geotessile non tessuto in polipropilene a filo continuo opportunamente trattato, in modo da garantire resistenza e durata nel tempo adeguate all'impiego.

Dovranno essere precisati e garantiti i seguenti parametri caratteristici, da sottoporre al benestare della Direzione Lavori:

- a)-capacità di trasporto acqua alla pressione laterale, esercitata sull'involucro in geotessile, di 0,3 MPa:  $> 850 \text{ m}^3/\text{anno}$ ;
- b)-permeabilità radiale all'acqua dell'involucro in geotessile, alla pressione di 0,002 MPa, non inferiore a 0,8 cm/s.

#### **Preparazione del piano di lavoro e posa del materasso drenante di collegamento**

Preventivamente all'installazione dei dreni il piano di campagna dovrà essere scoticato, asportando ogni residuo di terreno vegetale e regolarizzando la superficie.

Sul piano così preparato si porrà in opera un materasso drenante formato da uno strato di sabbia medio-grossa dello spessore previsto in progetto, avente curva granulometrica compresa entro i limiti seguenti:

APERTURA vaglio UNI (mm)	PASSANTE %	
	MIN	MAX
0,075	0	3
0,40	0,00	10,00

2,00	15,00	45,00
5,00	35,00	75,00
10,00	70,00	100,00

Si procederà quindi, in accordo con la Direzione Lavori, al tracciamento della maglia dei dreni, installando un picchetto di legno di appropriate dimensioni nella posizione di ciascun dreno da installare.

### **3.7.1.3 Installazione dei dreni**

La sezione trasversale del mandrino dovrà essere la minima compatibile con la rigidità necessaria per consentire l'infissione.

All'estremità inferiore il dreno dovrà essere collegato al mandrino con una piastra di ancoraggio a perdere, in grado di assolvere alle seguenti funzioni:

- impedire l'ingresso di terreno nel mandrino;
- vincolare l'estremità inferiore del dreno alla base del mandrino durante l'infissione;
- vincolare l'estremità inferiore del dreno al terreno, durante l'estrazione del mandrino.

L'Impresa dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori le caratteristiche seguenti delle attrezzature che propone di impiegare:

- massima spinta verso il basso che può essere esercitata sul mandrino durante l'infissione;
- massima profondità raggiungibile;
- esigenze specifiche del piano di lavoro per assicurare la movimentazione delle attrezzature di infissione;
- sezione trasversale del mandrino e dimensioni della piastra di ancoraggio, che dovranno essere le minime compatibili con la loro funzionalità.

Nel caso che la manovra di infissione a pressione debba essere preceduta dal preforo, l'Impresa dovrà sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori il tipo di attrezzatura prescelto per il preforo e le modalità operative proposte.

La posizione effettiva di ciascun dreno non dovrà scostarsi più di 10 cm da quella di progetto; per i dreni che non rispettassero questa tolleranza dovranno essere eseguiti dreni aggiuntivi a cura e spese dell'Impresa, nelle posizioni che saranno indicate dalla Direzione Lavori, in misura non superiore ad un dreno aggiuntivo per ogni dreno non correttamente installato.

### 3.8 Tiranti di ancoraggio nei terreni

#### 3.8.1 Definizioni e scopo

I tiranti di ancoraggio sono elementi strutturali operanti in trazione ed atti a trasmettere forze al terreno; essi dovranno rispondere alle norme prescritte dal D.M. 11/03/1988. Il tirante si compone delle seguenti parti:

- la testa, costituita dal dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;
- il tratto libero intermedio di collegamento tra testa e tratto attivo;
- il tratto attivo (fondazione) che trasmette al terreno le forze di trazione del tirante.

In relazione alla durata di esercizio definita nel progetto i tiranti si distinguono in:

- provvisori, se la durata della funzionalità non supera i ventiquattro mesi;
- permanenti, se la durata della funzionalità eguaglia o supera i ventiquattro mesi.

Le caratteristiche geometriche e strutturali dei tiranti sono definite nel progetto esecutivo.

#### 3.8.2 Prove tecnologiche preliminari

Prima di dare inizio ai lavori, la metodologia esecutiva dei tiranti, quale proposta dall'Impresa, dovrà essere messa a punto dalla stessa, a sua cura e spese, mediante l'esecuzione di un'adeguato numero di tiranti preliminari di prova.

Il numero dei tiranti preliminari di prova sarà stabilito dalla Direzione Lavori in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del sottosuolo; tale numero dovrà essere pari almeno al 2% del numero totale dei tiranti con un minimo di 2.

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti i tiranti di progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico.

Le modalità di applicazione e l'entità del carico massimo di prova e così pure la successione dei cicli di carico e scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori, in accordo con eventuali prescrizioni di progetto e con le raccomandazioni "A.I.C.A.P." su "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" (maggio 1993).

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i tiranti di progetto.

Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né verranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

Nel caso l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, dovrà dar corso a sua cura e spese a nuove prove tecnologiche in ragione dello 0,5% del numero totale dei tiranti ancora da eseguire con un minimo di un tirante prova.

#### 3.8.3 Soggezioni geotecniche, idrogeologiche e ambientali

Le tecniche di perforazione e le modalità di connessione al terreno dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di tiranti di ancoraggio preliminari di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei tiranti di progetto.

Particolare cura dovrà essere posta relativamente alla verifica dell'aggressività dell'ambiente nei riguardi del cemento impiegato nella realizzazione della miscela di iniezione dei tiranti.

Tale verifica verrà eseguita, su richiesta della Direzione Lavori a cura e spese dell'Impresa.

L'ambiente verrà dichiarato aggressivo quando:

- il grado idrotimetrico (durezza) dell'acqua del terreno o di falda risulti  $< 3^{\circ} F$ ;
- il valore del pH dell'acqua risulti  $< 6$ ;
- il contenuto in CO<sub>2</sub> disciolta nell'acqua risulti  $> 30$  mg/l;
- il contenuto in NH<sub>4</sub> dell'acqua risulti  $> 30$  mg/l;
- il contenuto in ioni Mg dell'acqua risulti  $> 300$  mg/l;
- il contenuto in ioni SO dell'acqua risulti  $> 600$  mg/l o  $> 6000$  mg/kg di terreno secco;
- i tiranti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti a corrente continua non isolati e con potenze maggiori di 50 kW;
- l'opera risulti situata a distanza  $< 300$  m dal litorale marino.

In caso di ambiente aggressivo accertato, l'utilizzo del tipo di cemento dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori e l'Impresa dovrà certificarne l'idoneità.

### **3.8.4 Materiali ed elementi costruttivi**

#### **3.8.4.1 Acciai e dispositivi di bloccaggio**

Gli acciai impiegati nella realizzazione dei tiranti di ancoraggio dovranno essere conformi alle norme del D.M. in vigore emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086.

I dispositivi di bloccaggio dovranno essere conformi alle disposizioni dell'allegato "B" della Circolare Ministero LL.PP. 30/06/1980 ed eventuali successivi aggiornamenti.

I tiranti ed i dispositivi di bloccaggio, al momento del loro arrivo in cantiere dovranno essere corredati della certificazione d'origine riferita ad ogni loro componente (trefoli, guaine, piastre). Qualora così non fosse la fornitura non verrà accettata ed immediatamente allontanata, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso.

In corso d'opera si eseguiranno controlli sui tiranti, prelevando anche campioni di guaina protettiva se prevista in acciaio e di piastre, nella misura di un prelievo per ogni fornitura giunta in cantiere.

#### **3.8.4.2 Miscele di iniezione: composizione e controlli**

Saranno usate miscele a base di cemento, aventi la seguente composizione:

- cemento tipo II 32,5, 32,5R, 42,5 o 42,5R in presenza di ambiente non aggressivo: 100 kg;
- cemento tipo III A 32,5R o 42,5R oppure IV A 32,5R o 42,5R in presenza di ambiente aggressivo: 100 kg. Non sono ammessi cementi di tipo I 52,5 o 52,5R;
- acqua: 45 kg max;
- filler calcareo o siliceo: 0÷30 kg;
- bentonite: 0÷4 kg;
- eventuali additivi (superfluidificanti, antiritiro);
- eventuali additivi ritardanti per l'iniezione di prima fase riferita al contorno dello scavo.

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro inferiore allo 0,05% in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri, inferiore allo 0,15% in peso.

L'acqua dovrà essere conforme alle norme UNI 7163 dell'aprile 1979. Il filler dovrà presentare un passante al setaccio n. 37 della serie UNI n. 2332 (apertura 0,075 mm) inferiore al 3% in peso.

Gli additivi non dovranno essere aeranti.

Non sono ammessi additivi acceleranti di presa a base di cloruri.

Qualora si verificasse l'esigenza di ottenere resistenze elevate alle brevissime od alle brevi stagionature (1 d, 3 d o 7 d), anche in presenza di temperature minori di 278 K, oppure in casi particolari in cui si verificano critiche condizioni al contorno (acque di falda in condizioni dinamiche, terreni fortemente assorbenti, che possono ostacolare la connessione del tirante e provocare lo sfilamento dello stesso in fase di tesatura, oppure di eccezionale aggressività ambientale ecc.), la Direzione Lavori potrà ordinare all'Impresa l'utilizzo di malte cementizie

premiscelate con granulometria dell'inerte pari a  $0\div 0,3$  mm max, monocomponenti formate da leganti solfato resistenti, additivi superfluidificanti ed espansivi.

La miscela, confezionata con i cementi sia di tipo 32,5R sia di tipo 42,5R, precedentemente menzionati, dovrà presentare i seguenti requisiti, periodicamente controllati durante le lavorazioni:

- fluidità MARSCH da 20" a 35";
- essudazione  $< 2\%$ ;
- peso specifico della miscela che non potrà discostarsi per più di  $0,05$  g/cm<sup>2</sup> rispetto a quello ottimale definito in sede progettuale;
- resistenza a compressione a ventotto giorni  $> 28/35$  MPa.

La miscela confezionata con boiaccia premiscelata dovrà presentare i seguenti requisiti minimi salvo diverse disposizioni indicate in progetto o prescritte durante la fase esecutiva, da controllarsi ogni 50 tiranti o frazione eseguiti:

- rapporto acqua/polvere:  $0,20\div 0,22$ ;
- fluidità MARSCH da 10" a 35";
- peso specifico della miscela  $2,160$  g/cm<sup>3</sup>  $\pm 0,10$  g/cm<sup>3</sup>;
- essudazione  $1\%$ ;
- resistenza a flessione: 7 h  $> 1,0$  MPa; 1 d  $> 5$  MPa; 3 d  $> 6,5$  MPa; 7 d  $> 10,5$  MPa; 28 d  $> 11,3$  MPa;
- resistenza cubica a compressione: 7 h  $> 2,0$  MPa; 1 d  $> 35$  MPa; 3 d  $> 50$  MPa; 7 d  $> 60$  MPa; 28 d  $> 65$  MPa;
- espansione % fino a otto ore secondo la norma ASTM 827:  $\frac{1}{2}$  h:  $+0,6$ ; 1 h:  $+1$ ; 4 h:  $+0,8$ ; 8 h:  $+0,8$ ;
- espansione % fino a ventotto giorni secondo la norma ASTM 827: 1 d:  $+0,78$ ; 3 d:  $+0,78$ ; 7 d:  $+0,76$ ; 28 d:  $+0,76$ ;
- spandimento con tavola a scosse secondo UNI 7044 considerando un rapporto acqua polvere  $0,20$ :  $85\%$ .

Di tali miscele dovrà essere presentato alla Direzione Lavori, per riceverne l'approvazione, uno studio preliminare riportante le modalità di confezione, miscelazione ed iniezione della miscela stessa e comprovante l'effettiva corrispondenza a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né verranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

La prova di fluidità, la prova di essudazione e la misura del peso specifico della miscela, dovranno essere eseguite a cura e spese dell'Impresa all'inizio di ciascuna giornata lavorativa ed in ogni caso ripetute dopo l'iniezione di 50 ancoraggi.

Se, in occasione di tali controlli, anche solo una delle due prove non fornisce risultati conformi a quanto prescritto, le iniezioni devono essere sospese e potranno riprendere solo dopo la confezione di una nuova miscela dalle idonee caratteristiche.

Dovrà essere fatto il controllo della resistenza a compressione della miscela mediante prelievi per ogni tirante.

La miscela dovrà essere confezionata mediante mescolatori ad alta velocità di rotazione ( $> 20$  giri/s) o a ciclone.

Le apparecchiature, necessarie alla esecuzione delle prove per le miscele di iniezione impiegate, dovranno essere a disposizione in cantiere durante le lavorazioni ed avranno caratteristiche analoghe a quanto prescritto nelle presenti Norme Tecniche. Le prove per il controllo della

resistenza a compressione delle miscele utilizzate dovranno essere eseguite a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, presso Laboratori Ufficiali.

Relativamente alle modalità di esecuzione per il controllo della fluidità e della essudazione della miscela di iniezione si farà riferimento a quanto indicato nelle presenti Norme Tecniche.

#### **Misura della fluidità con il cono di MARSH modificato**

L'apparecchio dovrà essere costruito in acciaio inossidabile e avere la forma e le dimensioni che seguono: cono con diametro di base 15,5 cm, altezza 29 cm; ugello cilindrico diametro interno 1,0 cm, altezza 6 cm, riempimento fino a 1 cm dal bordo superiore. La fluidità della boiaccia sarà determinata misurando il tempo totale di scolo del contenuto del cono, diviso per 1,77.

La fluidità della boiaccia sarà ritenuta idonea quando detto tempo sarà compreso tra 15 e 25 s subito dopo l'impasto e tra 25 e 35 s a 30 min dall'impasto (operando alla temperatura di 293 K).

#### **Misura dell'essudazione della boiaccia (bleeding).**

Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cm<sup>3</sup>,  $\varnothing=6$  cm, riempita con 100 cm<sup>3</sup> di boiaccia). La provetta deve essere tenuta in riposo al riparo dall'aria.

La misura si effettua tre ore dopo il mescolamento con lettura diretta oppure con pesatura prima e dopo lo svuotamento con pipetta dell'acqua trasudata.

#### **3.8.4.3 Elementi di protezione**

In relazione alla aggressività dell'ambiente e alla durata del tirante sono ammesse le seguenti due classi di protezione:

- classe 1, per tiranti provvisori in ambiente aggressivo e non aggressivo per un periodo di esercizio inferiore a ventiquattro mesi, con protezione che consisterà in una guaina di polietilene o di polipropilene che avvolge il tratto libero;
- classe 2, per tiranti permanenti in ambiente aggressivo e non aggressivo per un periodo di esercizio uguale o comunque superiore a ventiquattro mesi, con protezione di tutto il tirante che sarà costituita da una guaina in polietilene o in polipropilene; essa potrà essere flessibile o semirigida e liscia per il tratto libero; sarà invece grecata per il tratto di fondazione del tirante. Lo spessore della guaina non dovrà essere inferiore a 1,5 mm e dovrà garantire contro lacerazioni in tutte le fasi di lavorazione e posa ed in presenza delle sollecitazioni meccaniche e chimiche previste in esercizio.

La sezione interna della guaina dovrà essere pari ad almeno quattro volte la sezione trasversale complessiva delle armature (trefoli o barre) contenute e dovrà comunque assicurare uno spessore di iniezione per il ricoprimento degli elementi più esterni dell'armatura di almeno 5 mm.

Per le guaine corrugate dovrà risultare una distanza tra due nervature successive  $> 5$  mm ed una differenza tra i diametri interni, maggiore e minore, superiore a 8 mm.

Ciascun trefolo o barra dovrà essere ulteriormente protetto:

- da una guaina individuale in P.V.C., polietilene o polipropilene nella parte libera;
- da una eventuale verniciatura in resina epossidica elasticizzata nel tratto di fondazione.

Gli spazi residui tra guaina e pareti del perforo e tra armatura e guaina dovranno essere riempiti con miscela cementizia.

#### **Elementi di protezione in tubi di acciaio**

La protezione dei tiranti permanenti consisterà in una guaina rigida in tubi di acciaio che riveste i trefoli di armatura su tutta la loro lunghezza; in ambiente aggressivo la guaina sarà rivestita con resina epossidica elasticizzata.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo saranno ottenute mediante manicotti saldati o filettati; nel tratto di fondazione i tubi saranno dotati di valvole per l'iniezione, secondo le indicazioni di

progetto e dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta, allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minio 3,5 mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli di filo di acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Il tubo guaina dovrà essere dotato di distanziatori non metallici, posizionati di preferenza in corrispondenza dei manicotti di giunzione, per assicurare la centratura all'interno del perforo.

La sezione interna del tubo guaina dovrà essere tale da consentire l'alloggiamento dei trefoli provvisti di distanziatori, in conformità a quanto previsto dalle presenti Norme.

#### **3.8.4.4 Distanziatori, tamponi e condotti di iniezione**

I distanziatori avranno lo scopo di disporre l'armatura di ancoraggio nel foro di alloggiamento in modo che sia garantito il ricoprimento dell'acciaio da parte della miscela di iniezione.

La forma dei distanziatori dovrà quindi essere tale da consentire il centraggio dell'armatura nel foro di alloggiamento durante tutte le fasi di manipolazione e nello stesso tempo non dovrà ostacolare il passaggio della miscela; in ogni caso in corrispondenza del distanziatore la sezione libera di foro deve essere pari ad almeno due volte la sezione del condotto di iniezione.

I distanziatori dovranno essere realizzati in materiali non metallici di resistenza adeguata agli sforzi che devono sopportare ed essere disposti a intervalli non superiori a 5 m nel tratto libero; nel tratto di fondazione saranno intercalati da legature e disposti a interassi di 2,0÷2,5 m in modo da dare al fascio di trefoli una conformazione a ventri e nodi.

Per armature costituite da barre i distanziatori non saranno alternati a legature.

I tamponi di separazione fra la parte libera e la fondazione dovranno essere impermeabili alla miscela e tali da resistere alle pressioni di iniezione.

I tamponi dovranno essere realizzati o con elementi meccanici o con elementi chimici (materiale iniettato) aventi caratteristiche tali da garantire l'armatura dalla corrosione.

Le caratteristiche dei condotti di iniezione da impiegare dovranno essere tali da soddisfare i seguenti requisiti:

- avere resistenza adeguata alle pressioni di iniezione risultando cioè garantiti per resistere alla pressione prevista con un coefficiente di sicurezza pari ad 1,5 e comunque avere una pressione di rottura non inferiore a 10 bar;
- avere diametro interno minimo orientativamente pari a 10 mm nel caso in cui non siano presenti aggregati, pari a 16 mm in caso contrario; ciò al fine di consentire il passaggio della miscela d'iniezione.

#### **3.8.5 Tolleranze geometriche**

Le tolleranze ammesse nella realizzazione dei fori sono le seguenti:

- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di progetto e non superiore del 10% di tale diametro;
- la lunghezza totale di perforazione dovrà risultare conforme al progetto;
- la variazione di inclinazione e di direzione azimutale non dovrà essere maggiore di  $\pm 2^\circ$ ;
- la posizione della testa foro non dovrà discostarsi più di 10 cm dalla posizione di progetto.

La lunghezza totale dell'armatura e la lunghezza del tratto attivo, posizionato nella parte terminale della perforazione, dovranno risultare conformi alle indicazioni progettuali.

#### **3.8.6 Perforazione**

La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercolazione, in materie di qualsiasi natura e consistenza, compreso calcestruzzi, murature, trovanti e/o roccia dura, anche in presenza di acqua.

Il perforo potrà essere eseguito a qualsiasi altezza e l'Impresa dovrà provvedere ad eseguire idonei ponteggi ed impalcature.

Il foro dovrà essere rivestito nel caso che il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti del foro durante e dopo la posa delle armature; in roccia si rivestirà il foro nei casi in cui:

- l'alterazione e la fessurazione della roccia siano tali da richiederlo per assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature;
- la natura della roccia sia tale da far temere la formazione di spigoli aguzzi lungo le pareti del foro, suscettibili di danneggiare le guaine di protezione.

Il fluido di perforazione potrà essere acqua, aria, una miscela di entrambi, oppure, unicamente per perforazioni in terreni sciolti, un fango di cemento e bentonite.

L'impiego di aria non è consentito in terreni incoerenti sotto falda.

Al termine della perforazione si dovrà procedere al lavaggio del foro con acqua o aria.

Nel caso di terreni con prevalente componente argillosa o di rocce marnose tenere, la fase finale del lavaggio sarà eseguita con sola aria.

Quando sia previsto dal progetto e sia compatibile con la natura dei terreni, si potranno eseguire, mediante l'impiego di appositi utensili allargatori, delle scampanature di diametro noto, regolarmente intervallate lungo la fondazione del tirante.

In base alle indicazioni emerse nel corso della esecuzione dei tiranti preliminari di prova e comunque in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, a preventive iniezioni di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione Lavori.

### **3.8.7 Assemblaggio e posa delle armature**

Per l'impiego di armature a trefoli (di norma in acciaio controllato in stabilimento con fili aventi  $f_p(1)k > 1570$  MPa e  $f_{ptk} > 1765$  MPa) gli elementi costitutivi dell'ancoraggio dovranno essere preferibilmente confezionati in stabilimento e pervenire in cantiere già arrotolati e inguainati, salvo eventualmente il dispositivo di bloccaggio che potrà essere montato in cantiere.

Ove, per particolari motivi, fosse necessario effettuare l'assemblaggio degli elementi costitutivi degli ancoraggi in cantiere, dovrà essere predisposta a cura e spese dell'Impresa, ed in prossimità del luogo di impiego, una adeguata attrezzatura per confezionare correttamente gli ancoraggi stessi.

In tal caso i componenti ed in particolare l'acciaio, dovranno essere immagazzinati convenientemente, possibilmente al coperto, in modo che non subiscano danneggiamenti durante la giacenza.

Dovrà essere inoltre accuratamente evitato il contatto con il terreno o altri materiali che possono danneggiare l'ancoraggio.

Pertanto la confezione degli ancoraggi dovrà avvenire sempre su apposito banco e non a terra. La confezione degli ancoraggi dovrà essere affidata a personale esperto e consisterà nelle seguenti fasi principali:

- taglio dei trefoli a misura;
- interposizione dei distanziatori interni ai trefoli;
- montaggio dei condotti di iniezione;
- infilaggio delle guaine su tutta la lunghezza dell'ancoraggio o sulla parte libera dello stesso;
- esecuzione del tampone di separazione tra la fondazione e la parte libera dell'ancoraggio;
- montaggio degli eventuali distanziatori, necessari al centraggio dell'ancoraggio nel foro di alloggiamento;
- eventuale montaggio del dispositivo di bloccaggio nei casi in cui questa operazione sia prevista prima dell'infilaggio dell'ancoraggio nel foro;

- accurata sigillatura di tutte le giunzioni per evitare le perdite di impermeabilità della guaina. Per l'impiego di ancoraggi con armature a barre o tubolari, nei quali l'assemblaggio è fatto in opera, le operazioni di assemblaggio dovranno essere eseguite da personale esperto ed essere effettuate via via che la barra viene infilata nel foro avendo cura che il collegamento dei vari tronchi, mediante manicotti di giunzione, avvenga secondo le modalità previste dal costruttore e che parallelamente le sigillature della eventuale guaina siano accuratamente eseguite. La posa in opera delle armature dovrà avvenire secondo modalità approvate dalla Direzione Lavori che ne assicurino il corretto posizionamento e l'efficacia della connessione al terreno.

### **3.8.8 Connessione al terreno**

Il riempimento dell'intercapedine tra tubo guaina in acciaio ed il foro con la miscela, dovrà essere eseguito entro e non oltre le 12 h dall'ultimazione delle operazioni di perforazione; le fasi di iniezioni saranno effettuate in accordo a quanto previsto successivamente.

#### **3.8.8.1 Iniezione semplice**

Si eseguirà il riempimento con la miscela precedentemente descritta, sia dell'intercapedine tra la guaina ed il foro, che di tutto lo spazio tra l'eventuale guaina corrugata e l'armatura lungo la fondazione del tirante; tale spazio dovrà essere collegato alla bocca del foro da un tubetto di sfiato che consenta la fuoriuscita di tutta l'aria contenuta e l'iniezione dovrà essere proseguita fino alla fuoriuscita della miscela dal tubetto di sfiato.

L'iniezione semplice è adatta: in terreni di granulometria grossolana (ghiaie, ciottoli) nei quali una porzione rilevante della malta iniettata va a compenetrare il terreno intorno al foro; in rocce lapidee ed in terreni coesivi mediamente compatti, congiuntamente alla tecnica di perforazione con allargatori.

Il riempimento dell'intercapedine tra perforazione e guaina della parte libera sarà assicurato immettendo la miscela nel punto più profondo del foro tramite gli appositi condotti ed osservando che essa risalga fino a boccaforo e vi permanga finché interviene la presa: ove occorra si provvederà a riprese dell'iniezione o a rabbocchi per ottenere che la condizione sia rispettata.

#### **3.8.8.2 Iniezione ripetuta in pressione**

È adatta in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 500 MPa. L'iniezione di quantità controllate della miscela cementizia in più fasi successive, fino ad ottenere pressioni di iniezione residue di 0,8-1,5 MPa, dovrà avere lo scopo di ottenere una serie di sbulbature lungo la fondazione del tirante e ad instaurare nel terreno circostante un campo tensionale di compressione, favorevole alla mobilitazione di elevate resistenze al taglio per attrito.

L'iniezione in pressione avverrà tramite un tubo a perdere dotato di valvole di non ritorno a manicotto, regolarmente intervallate a 75 cm di interasse lungo il tratto di fondazione del tirante. Il tubo potrà essere disposto:

- coassialmente all'armatura ed avere diametro adeguato nel caso di tiranti senza guaina lungo la fondazione;
- esterno all'armatura, in acciaio, posto in opera preventivamente alla posa dell'armatura;
- coassiale all'armatura, ma interno alla guaina grecata di protezione e dotato di valvole che sboccano all'esterno di essa per la formazione delle sbulbature nel terreno; altre valvole, interne alla guaina, servono per il riempimento dell'intercapedine guaina/armatura.

Le fasi dell'iniezione saranno le seguenti:

I) riempimento della cavità a ridosso delle pareti della perforazione, ottenuta alimentando la miscela dalla valvola più profonda in modo da ottenere la risalita fino alla bocca del foro; al termine si effettuerà un lavaggio con acqua all'interno del tubo a valvole.

II) Avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno valvola per valvola volumi di miscela non eccedenti le seguenti quantità:

diametro foro (mm)	da 90 a 120	da 121 a 170	da 171 a 220
Vmax (l/valvola)	45,00	65,00	90,00

Tali iniezioni dovranno essere effettuate senza superare la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno (claquage).

Al termine si effettuerà un lavaggio con acqua all'interno del tubo.

III) Avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione, osservando gli stessi limiti di volume, limitatamente alle valvole per le quali, nella fase II):

- il volume non abbia raggiunto i limiti sopra indicati a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
- le pressioni residue di iniezione misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico non superino 0,7 MPa.

IV) L'iniezione può essere ripetuta ulteriormente, sempre senza superare i limiti di volume anzidetti e dopo la presa delle iniezioni delle fasi precedenti, qualora ciò risultasse necessario per il raggiungimento della desiderata capacità portante del tirante.

Al termine delle operazioni di connessione al terreno del tirante si procederà alla posa in opera del dispositivo di bloccaggio il quale dovrà essere in perfette condizioni e privo di ruggine e di incrostazioni di qualsiasi natura.

### 3.8.9 Tesatura e collaudo

Trascorsi ventotto giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela, ogni tirante verrà sottoposto a tesatura di collaudo.

L'inizio delle operazioni di tesatura e collaudo dovrà essere comunque autorizzato dalla Direzione Lavori.

La trazione di collaudo ( $N_c$ ) è pari a 1,2 volte la trazione massima di esercizio ( $N_e$ ).

La prova di collaudo si eseguirà assegnando dapprima al tirante una trazione di assestamento  $N_0 = 0,10 N_e$  e misurando la corrispondente posizione delle armature rispetto alle piastre di testata.

Successivamente si porterà gradualmente e senza interruzioni la forza applicata da  $N_0$  a  $N_c$  e si misurerà il corrispondente allungamento ( $\square I$ ).

Si manterrà il valore per un periodo di tempo ( $\square T$ ) almeno pari a:

- 5' per tiranti in roccia o in terreni non coesivi;
- 15' per tiranti con fondazione in terreni coesivi compatti (coesione non drenata  $> 0,2$  MPa).
- 30' per tiranti con fondazione in terreni coesivi non compatti (coesione non drenata  $< 0,2$  MPa).

Al termine del periodo ( $\square T$ ) si misurerà nuovamente l'allungamento ( $\square J$ ).

Si scaricherà quindi il tirante fino al valore  $N_0$ , misurando l'allungamento permanente ( $\square K$ ) rispetto alla prima applicazione di  $N_0$ .

Per l'accettazione del singolo tirante dovranno risultare verificate le seguenti condizioni:

I)  $\square J - \square I < 2\% \cdot DT$ , dove "DT" è l'allungamento teorico dell'ancoraggio dato dalla relazione  $DT = N_c \cdot L_t / E_s \cdot A_s$ ; in cui: "L<sub>t</sub>" è la lunghezza teorica della parte libera del tirante; "A<sub>s</sub>" è l'area della sezione trasversale della armatura ed "E<sub>s</sub>" è il modulo di elasticità dell'acciaio;

II)  $\square K < 1,3$  volte l'allungamento permanente verificatosi nel corso delle prove eseguite sugli ancoraggi preliminari di prova.

Se la condizione I) non risultasse soddisfatta si prolungherà la sosta all'apice del descritto ciclo di carico e scarico per un tempo di attesa pari a 3 volte  $\square T$ . In tal caso l'ulteriore allungamento a carico costante dovrà essere  $< 1\% \cdot DT$ .

I tiranti che non soddisferanno i predetti requisiti di collaudo verranno sostituiti con nuovi tiranti di caratteristiche e posizione concordate con la Direzione Lavori, sentito il Progettista.

In tali casi, restando inteso che comunque i maggiori oneri che ne deriveranno saranno a totale carico dell'Impresa.

Ai tiranti risultanti idonei verrà applicata gradualmente e senza interruzioni la forza di tesatura iniziale prevista dal progetto.

Al termine delle operazioni di tesatura verranno serrati gli organi di bloccaggio.

Le apparecchiature impiegate dovranno consentire le seguenti precisioni di misurazione:

- per gli allungamenti di 0,1 mm;
- per le forze, del 2% della trazione massima di esercizio (Nes).

Esse dovranno essere tarate presso un laboratorio Ufficiale; è facoltà della Direzione Lavori richiedere a cura e spese dell'Impresa la ripetizione della taratura in caso di impieghi prolungati, o ripetuti per più di 50 tiranti, o in caso di risultati che diano adito a dubbi sulla loro attendibilità.

### **3.8.10 Protezioni anticorrosive in opera**

La protezione anticorrosiva del tratto libero del tirante sarà completata iniettando all'interno della guaina la miscela, dopo il completamento delle operazioni di tesatura del tirante.

L'iniezione nel tratto libero della miscela cementizia prima della tesatura o di fasi eventuali di ritesatura, potrà avvenire solo per armature costituite da trefoli a sezione compatta, ingrassati e protetti da guaine individuali in P.V.C., in modo che sia assicurato lo scorrimento tra guaina e trefolo con minime resistenze.

La protezione della testa del tirante potrà essere ottenuta, nei casi in cui è prescritta la protezione di classe 1, con un getto della miscela indicata previa aggiunta di additivi antiritiro, mentre nel caso si debba realizzare una protezione di classe 2, si provvederà all'incapsulamento della testa mediante involucri protettivi di polietilene o polipropilene di spessore minimo pari a 2 mm che verranno connessi per saldatura alla guaina che avvolge il tratto libero; successivamente, con un getto di miscela cementizia, armata con rete, si proteggerà ulteriormente la testa dagli urti e dalle abrasioni.

Per un periodo non inferiore a centottanta giorni decorrente dalla data della ultimazione delle operazioni di tesatura di collaudo, le teste di tutti i tiranti dovranno essere lasciate accessibili per le operazioni di controllo e ritesatura da eseguire rispettivamente a novanta e centottanta giorni dalla data della tesatura di collaudo, nelle quantità che saranno prescritte dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 20% dei tiranti.

### **3.8.11 Documentazione dei lavori**

Per ogni tirante, sia preliminare di prova che di progetto, dovrà essere compilata dall'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori, una scheda recante le seguenti indicazioni:

- diametro, lunghezza e sistema di perforazione;
- eventuali iniezioni preliminari di intasamento;
- tipo e dimensioni delle armature metalliche;
- lunghezza del tratto attivo;
- quantità di malta iniettata e sua composizione;
- risultati delle prove di collaudo (forze applicate e allungamenti corrispondenti misurate come descritto al relativo paragrafo);
- date di perforazione, iniezione e tesatura di collaudo.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello e tempestivamente trasmesso dall'Impresa alla Direzione Lavori.

### **3.8.12 Celle di carico di tipo elettrico**

Per il controllo nel tempo della forza di tesatura dei tiranti di ancoraggio, è richiesta la fornitura e posa in opera di un certo numero di celle di carico di tipo elettrico da ubicare dove previsto in progetto o, comunque, ove indicato dalla Direzione Lavori.

#### **3.8.12.1 Caratteristiche delle celle**

Le celle di carico, previste per l'installazione su singolo trefolo (celle di carico toroidali monotrefolo), dovranno essere conformi alle seguenti caratteristiche tecniche:

- carico nominale (fondo scala = FS) 200 kN
- sovraccarico ammesso >150%FS
- classe di precisione <1.0%FS
- sensibilità 2 mV/VFS
- ripetibilità <0.05%FS
- sbilanciamento dello zero ±1%FS
- temperatura di utilizzo da -20 °C a +50 °C
- grado di protezione IP67

Le deformazioni, dovute agli sforzi di compressione, dovranno essere rilevate da almeno 4 estensimetri attivi collegati elettricamente secondo una configurazione a ponte di Wheasthorne. Ogni cella deve essere fornita con un certificato di collaudo che garantisca sulle sue caratteristiche elettromeccaniche. Le celle di carico dovranno presentare un foro centrale di dimensioni comprese tra 17 e 20 mm.

#### **3.8.12.2 Piastrine di ripartizione**

Ogni cella deve essere collocata tra due piastrine di ripartizione del carico, realizzate in acciaio temperato C40 oppure 38NCD4, di spessore >10 mm; le piastrine, le cui facce dovranno essere regolari e spianate al tornio, avranno un diametro esterno non inferiore a quello della cella e tale da poter essere inserite nelle sedi di alloggiamento delle bussole, previste nelle piastre di ancoraggio dei tiranti.

Le due piastrine di ripartizione presenteranno un foro centrale dello stesso diametro di quello della cella di carico.

#### **3.8.12.3 Posa in opera**

Lo superficie di contatto del calcestruzzo con lo piastra di ancoraggio del tirante deve essere regolarizzata, se necessario, con malta ad alta resistenza per garantire un perfetto appoggio e l'assoluta perpendicolarità tra asse del tirante e piano della piastra.

Va posizionata quindi la piastra di ancoraggio centrata rispetto all'asse di sollecitazione, avendo cura di mantenerla in questa posizione durante tutta l'operazione; su di essa vengono sistemati, inserendoli nel seguente ordine in uno dei trefoli del tirante:

- la piastrina di base, che dovrà alloggiare nella sede della bussola presente nella piastra di ancoraggio del tirante;
- la cella di carico toroidale;
- la piastrina di testa;
- gli apparecchi di ancoraggio del trefolo (bussola e cunei).

La cella di carico così posizionata sarà annegata nel getto di protezione della testata del tirante. Ogni cella di carico sarà collegata tramite cavo ad una presa da pannello provvista di coperchietto stagno.

Tutte le prese saranno contenute all'interno di un armadietto a tenuta stagna provvisto di serratura dal quale si potranno eseguire le letture tramite una centralina.

#### ***3.8.12.4 Centralina portatile di lettura***

Ogni serie di celle di carico prevista in progetto deve essere corredata dalla fornitura di una centralina di lettura digitale con lettura diretta in tonnellate oppure in kN.

La centralina deve essere portatile a batteria, dotata di un tratto di cavo provvisto di terminali per l'inserimento nei connettori presenti negli armadietti stagni.

Sarà dotata inoltre di display a cristalli liquidi di comoda lettura.

Sul display devono comparire almeno quattro cifre oltre al segno.

### 3.9 Conglomerati cementizi semplici e armati (normali e precompressi)

#### 3.9.1 Materiali

##### 3.9.1.1 Cemento

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza, ad alta resistenza e rapido indurimento. Nella confezione dei conglomerati sono ammessi:

- cemento tipo III;
- cemento tipo IV.

Devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità, rilasciato da un organismo europeo notificato, ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purchè idonei all'impiego previsto nonchè, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595.

L'Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

E' escluso l'impiego di cementi alluminosi.

Sotto il controllo della Direzione Lavori, dovranno essere verificate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/5/1965 n. 595 D.M. 3/6/1968 e D.M. 13/9/1993 (per cementi sfusi prelievo di un campione ogni 300 t o frazione).

Per ogni carico di cemento giunto in cantiere, sarà onere del Direttore dei Lavori, accertarsi del possesso della Marcatura CE e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo.

È facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

È ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle presenti Norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive.

##### 3.9.1.2 Aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520 parte 2a aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima, salvo particolari deroghe di carattere eccezionale che la Direzione Lavori, previa attenta valutazione delle locali condizioni di reperibilità degli aggregati, potrà concedere esclusivamente riguardo ai valori di perdita in massa per abrasione;

in caso di deroga, la classe di resistenza progettualmente prevista, esclusivamente per i conglomerati cementizi di tipo I e II, dovrà essere aumentata di 5 MPa, all'Impresa nulla sarà dovuto per questo aumento di classe.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, quarzo ad estensione ondulata, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella 15 A).

Sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali.

Tale esame verrà ripetuto con la frequenza di almeno una volta all'anno.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

Per quanto riguarda gli eventuali controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella Tabella 15A. I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

TABELLA 15 A - Caratteristiche degli Aggregati

CARATTERISTICHE TECNICHE
Descrizione petrografica semplificata
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)
Indice di appiattimento
Dimensione per il filler
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$ )

Nella tabella 15 A sono riepilogate alcune delle principali prove cui devono essere sottoposti gli aggregati. Le frequenze delle prove di controllo saranno prescritte dalla D.L.

La curva granulometrica delle miscele di aggregato per conglomerato cementizio dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà permettere di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni 1000 m<sup>3</sup> di aggregati impiegati.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima (Dmax) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

- minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5 mm;
- minore di 1,3 volte lo spessore del copriferro tranne che per interni di edifici (norma UNI 8981/5).

Per realizzare conglomerati cementizi per strati coibenti, colmature di solai di copertura, ecc., si dovrà utilizzare come aggregato, un metro cubo di argilla espansa per ogni 200 kg di cemento.

### **3.9.1.3 Acqua di impasto**

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008:2003.

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate all'art. 2.

Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati.

Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro.

In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 per il contenuto totale di tale ione.

La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta" della Norma UNI 8520 parte 5).

### **3.9.1.4 Additivi**

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

Ad ogni carico di additivo giunto in cantiere, sarà onere Del Direttore dei Lavori accertarsi del possesso della Marcatura CE e richiedere ad ogni fornitore il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo. L'Impresa dovrà inoltre consegnare alla Direzione lavori, copia fotostatica del documento di trasporto.

La quantità di additivo liquido che superi 3 l/m<sup>3</sup> di calcestruzzo deve essere presa in conto nel calcolo del rapporto a/c.

Gli additivi dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nel premiscelatore in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua

uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

***Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti***

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità (vedi tab. 15 C) si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante-aerante, fluidificante-ritardante e fluidificante-accelerante.

Non dovranno essere impiegati additivi a base di cloruri o contenenti cloruri di calcio.

Il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore.

Per conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità, se previsti in progetto, dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti a base acrilica (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%).

***Additivi aeranti***

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo-disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti.

La percentuale di aria inglobata varierà secondo quanto riportato nella tabella 15 B in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (Dmax) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI 6395.

L'Impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché, per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti della tabella.

Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma ASTM C 260.

TABELLA 15 B - Dosaggio richiesto di aria inglobata

Dmax	% aria
Aggregati (mm)	occlusa *
10,0	7,0
12,5	6,5
20,0	6,0
25,0	5,0
40,0	4,5
50,0	4,0
75,0	3,5

(\*) Tolleranza  $\pm 1\%$

Il contenuto d'aria inglobata nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nello Standard ASTM C 457 o con procedimento similare.

In alternativa all'uso di additivi aeranti è consentito l'impiego di microsfele di plastica di diametro compreso tra 0,010 e 0,050 mm.

L'Impresa dovrà preventivamente fornire in proposito un'adeguata documentazione, basata sull'esecuzione di cicli gelo-disgelo secondo la Normativa UNI.

***Additivi ritardanti e acceleranti***

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a

quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche, dopo la maturazione a 28 d.

Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti.

I tipi ed i dosaggi impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

#### **Additivi antigelo**

Gli additivi antigelo, che dovranno essere esenti da cloruri, abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi.

Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

#### **Aggiunte**

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe ganulate d'altoforno e fumi di silice, purchè non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

### **3.9.2 Tipi e classi dei conglomerati cementizi**

Ai fini delle presenti Norme Tecniche di Appalto, vengono presi in considerazione tipi e classi di conglomerato cementizio:

- i "tipi" sono definiti nella tabella 15 C, nella quale sono indicate alcune caratteristiche dei conglomerati cementizi e sono esemplificati i relativi campi di impiego;
- le "classi" indicano la resistenza caratteristica cubica del conglomerato cementizio a ventotto giorni di maturazione, espressa in MPa.

TABELLA 15 C - Tipi di impiego e classi dei conglomerati cementizi (Norme UNI 9858 e ENV 206)

TIPO DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO	IMPIEGO DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI	CEMENTI AMMESSI a) *	MASSIMO RAPPOR TO A/C AMMESSO	CONSISTENZA A UNI 9418 abbassamento al cono	ACQUA ESSUDATA A UNI 7122	CLASSI $f_{ck}$ $R_{ck}$ *** Classi di resist. minime ****
I	- Impalcati in c.a. e c.a.p., pile e spalle di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia, ponticelli di luce superiore a 8,00 m, new jersey; - Barriere e parapetti in cemento armato	CEM III CEM IV	0,45	S4 16÷20 cm **	≤ 0,1%	≥ 32/40 Mpa

TIPO DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO	IMPIEGO DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI	CEMENTI AMMESSI a) *	MASSIMO RAPPORTO A/C AMMESSO	CONSISTENZA UNI 9418 abbassamento al cono	ACQUA ESSUDATA UNI 7122	CLASSI $f_{ck}$ $R_{ck}$ *** Classi di resist. minime ****
II	- Muri di sottoscampa e controripa in c.a., ponticelli di luce fino a 8,00 m - Tombini scatolari; - Fondazioni armate (plinti, pali, diaframmi, ecc.); - Conglomerati cementizi per cunette, cordoli, pavimentazioni; - Rivestimenti ed archi rovesci di gallerie	CEM III CEM IV	0,50	S4 16÷20 cm **	$\leq 0,1\%$	$\geq 25/30$ MPa
III	- Muri di sottoscampa e controripa in conglomerato cementizio anche se debolmente armato (fino ad un max di 30 kg di acciaio per metro cubo); - Fondazioni non armate (pozzi, sottoplinti, ecc.); - Rivestimenti di tubazione (tombini tubolari, ecc.) e riempimenti; - Prismi per difese spondali	CEM III CEM IV	0,55	S4 16÷20 cm **	$\leq 0,2\%$	$\geq 20/25$ MPa
<p>a) - Per le barriere in conglomerato cementizio tipo New Jersey, si farà esclusivamente uso di cemento tipo III 42,5 o 42,5R</p> <p>* - In presenza di concentrazioni di solfati e CO<sub>2</sub> aggressiva, valgono le prescrizioni del successivo punto 15.6</p> <p>** - Tranne che per particolari manufatti quali pareti sottili a vibrazione programmata, barriere New Jersey o simili che richiedano abbassamenti al cono minori; e/o diverse prescrizioni progettuali.</p> <p>*** - Il simbolo <math>f_{ck}</math> si riferisce a provini cilindrici mentre il simbolo <math>R_{ck}</math> si riferisce a quelli cubici</p> <p>**** - Salvo diverse esigenze e/o prescrizioni progettuali.</p>						

### 3.9.3 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"

nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. del 14/01/2008).

L'Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, avuto particolare riferimento a:

- classe di esposizione in funzione delle condizioni ambientali (UNI 9858/91);
- resistenza caratteristica a compressione  $f_{ch}$  o  $R_{ck}$ ;
- durabilità delle opere (UNI 8981);
- lavorabilità (abbassamento al cono di ABRAMS UNI 9418/89);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- eventuali tipi di additivi e di aggiunte minerali e relativi dosaggi ottimali da utilizzarsi;
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI 6133/83;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134);
- resistenza a trazione indiretta (UNI 6135);
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556);
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395);
- ritiro idraulico (UNI 6555);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (ISO DIS 7032) (DIN 1048);
- accorgimenti da adottare in caso di lavorazioni da eseguirsi in presenza di temperature rigide (al di sotto di 278 K);
- in caso di maturazione accelerata a vapore: descrizione del ciclo termico e descrizione dell'impianto che l'Impresa intenderà utilizzare.

L'Impresa dovrà qualificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- d) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- f) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
- g) i progetti delle opere provvisorie e provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella 15 C.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall'Impresa ai punti a), b), c) e f).

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori; tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori. Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI 9858/91, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Gli impianti per la produzione con processo industrializzato del calcestruzzo devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e mantenere la qualità del prodotto.

Gli impianti devono dotarsi di un sistema permanente di controllo interno della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto risponda ai requisiti previsti dalle norme del D.M. in vigore e che tale rispondenza sia costantemente mantenuta fino all'impiego.

Il sistema di controllo della produzione di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato in impianti di un fornitore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, deve fare riferimento alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Detto sistema di controllo deve essere certificato da organismi terzi indipendenti che operano in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006, autorizzati dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. sulla base dei criteri di cui al DM 9/5/2003 n. 156. I documenti che accompagnano ogni fornitura di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato devono indicare gli estremi di tale certificazione.

Il Direttore dei Lavori, che è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi; dovrà comunque effettuare le prove di accettazione e ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI 9858/91.

In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma; tutto ciò dicasi anche per il calcestruzzo non strutturale utilizzato per spianamenti, sottofondazioni, riempimenti, ecc., che dovrà essere confezionato con materiali idonei ed avere classe di resistenza  $>$  di 12/15 MPa.

#### ***3.9.4 Controlli in corso d'opera***

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

#### ***3.9.5 Resistenza dei conglomerati cementizi***

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi, dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità alle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971 (D.M. del 14/01/2008).

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera, per ogni singola parte di essa e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti negli elaborati progettuali.

Per ogni prelievo eseguito dovranno essere confezionati minimo 4 provini, per le strutture in c.a. e minimo 6 provini per le strutture in c.a.p..

Di tali operazioni, effettuate sotto il controllo della Direzione Lavori, secondo le Norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti. I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi in locali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori, o del Responsabile Controllo Qualità Materiali da lui incaricato, nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura. In particolare per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002.

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Con i provini della prima serie (coppia) di prelievi, verranno effettuate presso i Laboratori della Direzione Lavori, alla presenza dell'Impresa, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura di seguito elencate:

- 7 d per i cementi armati;
- 3 d e 7 d per i cementi armati precompressi.

Potranno inoltre essere confezionati e sottoposte a prova ulteriori quantità di provini secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori. I risultati delle prove di rottura, effettuati sui provini della prima serie (coppia) di prelievi, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica a compressione a 28 d di maturazione accertato per ciascun tipo e classe di calcestruzzo, non risulti inferiore a quello della classe indicata negli elaborati progettuali. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002. Nel caso che, la resistenza caratteristica ricavata dalle prove della prima serie di prelievi, risultasse essere inferiore a quella prevista, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata senza che l'Impresa possa accampare per questo alcun diritto.

I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso Laboratori Ufficiali.

I controlli di accettazione dovranno essere eseguiti su miscele omogenee secondo le disposizioni del D.M. in vigore.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali, sui provini della seconda serie di prelievi, risultasse un valore ( $f_{ck}$  o  $R_{ck}$ ) inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata negli elaborati progettuali, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma verrà applicata una penale.

Qualora, poi, la resistenza caratteristica risultasse minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dal Progettista.

Nulla sarà dovuto all'Impresa se la resistenza ( $f_{ck}$  o  $R_{ck}$ ) risulterà maggiore a quella indicata negli elaborati progettuali.

Nel caso in cui le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza del calcestruzzo ai valori di resistenza determinati nel

corso della qualificazione della miscela, oppure si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera, si può procedere ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso una serie di prove sia distruttive che non distruttive.

Tali prove non devono, in ogni caso, intendersi sostitutive dei controlli di accettazione.

Il valor medio della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza strutturale) è in genere inferiore al valor medio della resistenza dei prelievi in fase di getto maturati in condizioni di laboratorio (definita come resistenza potenziale). E' accettabile un valor medio della resistenza strutturale, misurata con tecniche opportune (distruttive e non distruttive) e debitamente trasformata in resistenza cilindrica o cubica, non inferiore all'85% del valore medio definito in fase di progetto. Per la modalità di determinazione della resistenza strutturale si potrà fare utile riferimento alle norme UNI EN 12504-1:2002, UNI EN 12504-2:2001, UNI EN 12504-3:2005, UNI EN 12504-4:2005 nonché alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

### ***3.9.6 Durabilità dei conglomerati cementizi***

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati, di cloruri, anidride carbonica aggressiva ecc..

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si potrà fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 8981/87 e 9858/91.

La Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista (che dovrà documentare nel progetto delle opere l'adozione delle istruzioni di cui alla Norma UNI 8981/87) e con l'Impresa, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI.

Devesi tenere conto infatti che la durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.

Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e la eventuale presenza di fessurazioni dei manufatti.

In presenza di concentrazioni sensibili di solfati e di anidride carbonica aggressiva nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere osservate le istruzioni di cui alle Norme UNI 8981/87 parte 2a e parte 3a, impiegando i tipi di cemento corrispondenti alle classi di resistenza chimica moderata, alta ed altissima, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 9156/87 e 9606/90; inoltre, per i conglomerati dei tipi II e III, il rapporto acqua cemento dovrà essere inferiore di 0,05 rispetto a quelli della Tabella 15 C.

In alternativa ad una prova globale di durabilità, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di resistenza ai cicli di gelo disgelo, di

permeabilità, d'assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.

La prova di resistenza al gelo sarà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti sotto riportati:

- riduzione del modulo d'elasticità:	20%
- perdita di massa:	2%
- espansione lineare:	0.2%
- coefficiente di permeabilità:	
. prima dei cicli	$10^{-9}$ cm/sec
. dopo i cicli	$10^{-8}$ cm/sec

La prova di permeabilità sarà eseguita misurando il valore della profondità di penetrazione dell'acqua in pressione in mmm nel calcestruzzo indurito secondo la norma UNI EN 12390-8:2002, o, se disponibile, secondo il metodo di Figg (specifica Autostrade riportata al successivo punto 15.8).

La prova d'assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica sarà eseguita secondo il procedimento UNI 7699.

La prova di scagliatura sarà eseguita secondo la relativa Norma UNI in preparazione.

La prova di penetrabilità dello ione cloruro o solfato sarà eseguita secondo la UNI 7928 o rispettivamente 8019.

Per le parti d'opera con resistenza caratteristica  $R_{ck} > 35\text{Mpa}$  (elevazioni, pulvini, solette), dove viene richiesto dal progetto una classe di esposizione

specificata, verranno eseguiti, per ogni giorno di getto, in alternativa i controlli sottoindicati:

prove di mix design;

prove di permeabilità sui provini;

determinazione del modulo elastico.

### **3.9.7 Tecnologia esecutiva delle opere**

Si ribadisce che l'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore) nonché delle Leggi 02/02/1974 n. 64 (D.M. 19/06/1984; D.M. 29/01/1985; DM.LL.PP. 24/01/86; D.M. 04/05/1990; con relative istruzioni e successivi aggiornamenti) e le Norme UNI vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare della Norma UNI 9858/91.

#### **3.9.7.1 Confezione dei conglomerati cementizi**

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi, delle aggiunte minerali e del cemento; la precisione delle apparecchiature per il dosaggio e i valori minimi saranno quelli del punto 9.1.2.2 del prospetto della Norma UNI 9858; dovrà essere controllato il contenuto d'umidità degli aggregati.

Alla fine d'ogni turno di lavoro l'Impresa dovrà trasmettere al Responsabile del Controllo Qualità dei Materiali, incaricato dal Direttore dei Lavori, copia dei tabulati riportanti i dati di carico d'ogni impasto eseguito durante il turno stesso.

La mancata consegna dei tabulati comporterà la non accettazione del conglomerato cementizio prodotto durante l'intera giornata lavorativa.

La dosatura effettiva degli aggregati e del cemento dovrà essere realizzata con precisione del 3%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta l'anno e comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Per l'acqua è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 3% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua degli additivi e delle aggiunte dovranno essere del tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I silos del cemento degli additivi e delle aggiunte minerali debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti d'omogeneità di cui ai successivi paragrafi.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa e reso noto alla Direzione Lavori in sede di prequalifica dei conglomerati cementizi.

Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta d'additivi fluidificanti, e l'aggiunta sarà registrata sulla bolla di consegna.

Si pone assoluto divieto all'aggiunta d'acqua durante le operazioni di getto.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 273 K, salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare, tenuto conto di quanto esposto nel paragrafo che segue.

***3.9.7.2 Disposizioni alle quali attenersi per la realizzazione (confezione, getto, stagionatura e disarmo) del conglomerato cementizio, in presenza di temperature inferiori ai 278 K (soglia minima al di sotto della quale sono messi in crisi i normali tempi di maturazione) nonché in presenza di temperature al di sotto di 273 K***

Affinché il materiale sottoposto alle temperature esterne sopraccitate non subisca danni irreparabili dovuti ad aumento di volume, (formazione del ghiaccio) e quindi al generarsi di tensioni interne, si rende necessaria l'adozione (in ordine cronologico) dei seguenti accorgimenti:

Rimuovere dall'interno dei casseri e della superficie dei ferri d'armatura eventuali residui di ghiaccio o di brina eventualmente venutasi a formare durante le ore in cui la temperatura subisce i cali maggiori (es. ore notturne).

Riscaldare il conglomerato cementizio durante la miscelazione attraverso il riscaldamento dei suoi ingredienti (prioritariamente l'acqua).

3- Calcolare il raffreddamento del calcestruzzo durante il trasporto.

4- Tenere conto dell'inevitabile raffreddamento del conglomerato cementizio durante il getto dalla betoniera nel cassero.

5- Isolare termicamente il getto per mantenere la temperatura a minimo 283 K riducendo la dissipazione del calore d'idratazione sviluppata.

Come si evince dalla lettura dei punti 2 e 3, l'Impresa, oltre a dover rispettare i parametri dichiarati in sede di studio progettuale, dovrà garantire una temperatura del conglomerato cementizio, tale da permettere l'ottenimento, durante la fase di maturazione, di minimo 283 K. Al fine di conferire al getto un adeguato isolamento termico, atto a mantenere una temperatura costante di 283 K all'interno dei casseri, risulta necessario coibentare i casseri stessi, nonché proteggere le superfici esposte (solette) con idonee coperture.

Tutto ciò premesso, nella scelta degli accorgimenti occorrerà tenere conto dei seguenti parametri:

- spessore minimo della struttura;
- temperatura dell'ambiente;
- dosaggio di cemento;
- resistenza termica del cassero e dell'eventuale protezione aggiuntiva, affinché sia garantita la temperatura di cui sopra per un periodo minimo di permanenza nei casseri del conglomerato di 7 (sette) giorni.

Le disposizioni di cui sopra non sostituiscono, ma integrano, quelle che devono essere le caratteristiche peculiari di un conglomerato cementizio qualitativamente elevato, ossia il mantenimento del rapporto acqua/cemento entro il limite richiesto, un'adeguata lavorabilità tale da consentire un regolare deflusso ed assestamento del conglomerato entro i casseri e tra i ferri d'armatura, la quantità d'aria microocclusa in funzione del diametro massimo ( $D_{max}$ ) dell'aggregato ed infine, una corretta maturazione affinché si prevenga la formazione di fessure da "ritiro plastico".

I dettagli operativi, atti a garantire le prestazioni richieste, saranno inseriti dall'Impresa nello studio progettuale, secondo quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

### **3.9.7.3 Trasporto**

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo d'impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca d'uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

La durata massima consentita del trasporto dipenderà essenzialmente dalla composizione del calcestruzzo e dalle condizioni atmosferiche; all'atto dello scarico dovrà essere controllata l'omogeneità dell'impasto con la prova indicata nei seguenti paragrafi. È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

Questi ultimi, una volta rifiutati, non potranno essere oggetto d'eventuali "correzioni" ma dovranno essere definitivamente ed insindacalmente riposti nell'apposito sito predisposto dall'Impresa.

#### **3.9.7.4 Posa in opera**

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posto le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento d'eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.

Si avrà cura che in nessun caso si verificino cedimenti dei piani d'appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa d'opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità d'applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data d'inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di staggie vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale; saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, secondo i casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malte o betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti saranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo.

È poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri siano fissati nell'esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato. Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompaggio.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata; gli eventuali giunti di costruzione saranno sigillati, così come previsto nelle presenti Norme Tecniche.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti siano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni, durante le ore notturne ed anche in giornate festive, senza che all'Impresa non spetti nulla di più di quanto previsto contrattualmente.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico.

Queste saranno realizzate mediante spruzzatura d'additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 278 e 303 K.

#### **3.9.7.5 Stagionatura e disarmo**

##### *Prevenzione delle fessure da ritiro plastico*

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei

allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 d, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656 : tipi 1 e 2.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

È ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro d'alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di  $0,5 \div 1,5 \text{ kg/m}^3$ .

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure d'apertura superiore a 0,3 mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

#### *Maturazione accelerata a vapore*

La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono secondo il disposto del punto 10.7 della Norma UNI 9858/91:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K, dopo le prime 4 h dall'impasto non deve superare 313 K;
- il gradiente di temperatura non deve superare 20 K/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (i valori singoli devono essere minori di 338 K);
- il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 K/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita d'umidità per evaporazione.

#### *Disarmo e scasseratura*

Durante il periodo della stagionatura, i getti dovranno essere riparati da possibilità d'urti, vibrazioni e sollecitazioni d'ogni genere.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze e comunque mai prima di 48 (quarantotto) ore.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

#### *Protezione dopo la scasseratura*

Si richiama integralmente il punto 10.6 della Norma UNI 9858/91; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni del punto 10.6.3, prospetti XII e XIII, della Norma UNI 9858.

### **3.9.7.6 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari**

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso d'esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera d'apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere d'interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni d'opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere d'adattamento d'infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

Quando previsto in progetto, le murature in conglomerato cementizio saranno rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento.

Qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate, nulla è dovuto all'Impresa per gli eventuali oneri che dovessero derivarle dalla necessità di coordinare le rispettive attività.

### **3.9.7.7 Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco**

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto 15.5 riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza e il mix design del calcestruzzo.

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono d'ABRAMS (slump), come disposto dalla Norma UNI 9418/89. Detta prova sarà effettuata ad ogni autobetoniera, nei pressi del getto, dal personale del laboratorio dell'Impresa o dal personale dei laboratori di fiducia della Direzione Lavori.

Quando la consistenza prevista progettualmente è definita come S1, S2, S3, S4 e S5, l'effettivo abbassamento in centimetri cui fare riferimento per la valutazione della prova sarà quello riportato nello studio progettuale.

Ad ogni controllo sarà redatto un apposito rapporto di prova strutturato secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

Qualora l'abbassamento, con tolleranza di  $\pm 1$  cm, non fosse quello progettualmente previsto l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere; sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto d'eventuali manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi 2 e 23 cm.

Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI 8020/89 o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI 9419/89.

Il mix design sarà valutato misurando l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding) effettuando un prelievo di calcestruzzo fresco ogni 1000 mc di getto.

La prova d'omogeneità sarà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4 mm.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%.

Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm. La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta s'impieghi un additivo aerante e dovrà essere effettuata, dal personale del laboratorio dell'Impresa e dal personale del laboratorio della Direzione Lavori; quando il contenuto percentuale d'aria microocclusa non sarà quello preliminarmente stabilito, l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere.

Sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto d'eventuali manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

Essa sarà eseguita secondo la Norma UNI 6395/72.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI 6393/88.

In fase d'indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre l'effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di resistività, misure di pull out con tasselli, contenuto d'aria da aerante, ecc..

### **3.9.7.8 Armature per c.a.**

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego d'opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate. In assenza di tali distanziatori la Direzione lavori non darà il proprio assenso all'inizio delle operazioni di getto.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme d'esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (D.M. in vigore) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3 cm.

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza d'acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm.

Le gabbie d'armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

In presenza di ferri d'armatura zincati od in acciaio inox, il filo utilizzato per le legature dovrà avere le stesse caratteristiche dell'acciaio da sottoporre a legatura.

L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza d'acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

#### **Armatura di precompressione**

L'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alle prescrizioni contenute nei calcoli statici e nei disegni esecutivi per tutte le disposizioni costruttive, ed in particolare per quanto riguarda:

- il tipo, il tracciato, la sezione dei singoli cavi;
- le fasi d'applicazione della precompressione;

- la messa in tensione da uno o da entrambi gli estremi;
  - le eventuali operazioni di ritaratura delle tensioni;
  - i dispositivi speciali come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa, ecc.
- Oltre a quanto prescritto delle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Impresa dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego d'appositi supporti, realizzati per esempio con pettini in tondini d'acciaio. Per quanto riguarda l'iniezione nei cavi di precompressione, si rimanda all'articolo specifico delle presenti Norme Tecniche.

#### ***3.9.7.9 Protezione catodica delle solette d'impalcato di ponti, viadotti e cordoli***

Di norma la Società provvede direttamente, tramite Impresa specializzata, alla fornitura e posa in opera degli impianti per la protezione catodica delle solette d'impalcato di ponti e viadotti. Qualunque sia la tipologia dell'impianto l'impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavoro, dei tempi occorrenti per la loro fornitura e posa in opera e dovrà coordinarsi in tal senso con l'impresa specializzata.

L'Impresa, quando espressamente previsto, resta obbligata inoltre a prestare assistenza alla posa in opera degli impianti.

La fornitura e posa in opera di protezione catodica galvanica (senza corrente impressa) dei ferri d'armatura del calcestruzzo armato, contro la corrosione, avverrà mediante l'applicazione di anodi di sacrificio interni costituiti da un'anima multistrato di zinco puro rivestita da una speciale pasta conduttiva, protetta da un rivestimento in tessuto da applicare direttamente sui ferri d'armatura prima del getto di calcestruzzo. Ogni anodo dovrà essere fornito in cantiere in un imballo sottovuoto al fine di preservarlo da eventuali contaminazioni. Gli anodi galvanici dovranno essere in accordo con quanto prescritto dalla norma europea UNI EN 12696. Il prodotto dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Peso totale (g):  $570 \pm 10\%$
- Massa di zinco (g):  $450 \pm 2\%$
- Lunghezza (mm):  $300 \pm 5\%$
- Lunghezza (mm):  $300 \pm 5\%$
- Lunghezza (mm):  $300 \pm 5\%$
- Spessore (mm):  $12 \pm 10\%$

#### ***3.9.8 Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio***

Il metodo di Figg è diretto a fornire elementi di giudizio sulla capacità del conglomerato cementizio a resistere agli attacchi chimico-fisici dell'ambiente. La prova si basa sul fatto che la relazione esistente tra un gradiente di depressione, creato in un foro di un blocco di conglomerato cementizio ed il tempo necessario perché tale gradiente si annulli, è pressoché lineare.

##### ***3.9.8.1 Apparecchiature e materiali impiegati nella prova***

- Trapano a bassa velocità dotato di sistema di bloccaggio della profondità, con punte da 10 e 12 mm di diametro;
- cilindri di gomma del diametro di 12 mm e altezza di 10 mm;
- aghi ipodermici;
- calibratore di pressione dotato di pompa manuale per il vuoto con le apposite tubazioni per la connessione del sistema agli aghi ipodermici;
- silicone;
- n. 2 cronometri.

### 3.9.8.2 Metodologia di prova

Per eseguire la prova occorre delimitare un'area triangolare avente i lati di 10 cm; in corrispondenza dei tre vertici dovranno essere realizzati, perpendicolarmente alla superficie del conglomerato cementizio, dei fori da 40 mm di profondità aventi diametro di 12 mm per i primi 20 mm e diametro di 10 mm per i restanti 20 mm.

Nella parte superiore del foro è inserito un cilindro di gomma, di diametro uguale a quello del foro, opportunamente siliconato sulla superficie laterale per favorire l'adesione alle pareti del conglomerato cementizio e isolare completamente la parte inferiore del foro.

Quest'ultima è raggiunta con un ago ipodermico, tramite il quale è creata una depressione di poco superiore a 0,55 bar.

La prova consiste nel misurare il tempo occorrente per ottenere un incremento di pressione da -0,55 a -0,50 bar.

Per conglomerati cementizi poco permeabili ( $T > 3000$  s), vista la proporzionalità indiretta tra tempo e pressione, la suddetta determinazione può essere assunta pari a cinque volte il tempo parziale corrispondente alla variazione di pressione tra -0,55 e -0,54 bar.

### 3.9.8.3 Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi

Nella tabella che segue è riportato, in funzione del tempo, il giudizio sulla qualità del conglomerato cementizio.

La categoria d'appartenenza, in rapporto alla permeabilità all'aria, verrà stabilita sulla base di tre prove effettuate su una superficie di 1,00 m<sup>2</sup> e sarà assegnata quando l'80% delle determinazioni, ricadono in uno degli intervalli riportati in tabella.

TEMPO	GIUDIZIO	CATEGORIA
< 30	Scarso	0,00
30 - 100	Sufficiente	1,00
100 - 300	Discreto	2,00
300 - 1000	Buono	3,00
> 1000	Eccellente	4,00

### 3.9.8.4 Resoconto di prova

Dovrà comprendere:

- data della prova;
- caratteristiche fisiche dell'area analizzata;
- provenienza e caratteristiche dell'impasto usato; tipo e granulometria degli aggregati; rapporto A/C; tipo e dosaggio del cemento; dosaggio e tipo d'eventuali additivi; contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco;
- classe di permeabilità del conglomerato cementizio determinata sulla base dei risultati ottenuti, che dovranno essere tabellati e riportati su grafico;
- ogni altra informazione utile.

Al conglomerato che sarà definito come "scarso" sarà applicata una penale del 25%, sul valore dell'intero lotto che non soddisfa i requisiti.

### 3.9.9 Rivestimento delle pareti di scavo, pendici o pozzi di fondazione

Il rivestimento delle pareti, di scavo pendici o di pozzi di fondazione sarà eseguito con conglomerato cementizio spruzzato.

Detto conglomerato dovrà essere confezionato nel rispetto dei precedenti paragrafi delle presenti Norme; dovrà avere classe di resistenza a 28 d > 28/35 MPa, a 24 h non inferiore a 10 MPa e a 15 MPa a 48 h, confezionato con aggregati d'appropriata granulometria continua e di dimensioni non superiori a 12 mm, tali da poter essere proiettati ad umido o a secco con le normali attrezzature da "spritz", salvo diverse prescrizioni progettuali.

Il rapporto acqua cemento non dovrà essere superiore a 0,5.

Per conseguire fluidità, coesione e rapidità di presa, senza compromettere le caratteristiche di resistenza del conglomerato, potrà essere impiegato cemento di tipo II (con esclusione dei tipi A-L, B-L) avente tenore di C3Al inferiore al 5% (ed avente un grado di finezza Blaine maggiore di 4.500 cm<sup>2</sup>/g), di tipo III o di tipo IV, tutti di classe 42,5 o 42,5R in ragione di minimo 450 kg per metro cubo d'impasto, con l'adozione d'additivi ad azione superfluidificante e/o inibitrice d'idratazione ed accelerante di presa, compatibili con il cemento impiegato.

Trattasi in particolare di:

- additivo riduttore d'acqua iperfluidificante in grado di mantenere la consistenza del conglomerato (miscela base) costante per 90 minuti;
- eventuale silice ad elevata superficie specifica, (silicafume) attivata e compattata, in ragione di un tenore compreso tra il 5% e il 10%, in relazione alle richieste progettuali;
- additivo accelerante di presa non caustico, con rapporto ponderale SiO<sub>2</sub> / Na<sub>2</sub>O > di 3,4, privo d'alluminati, a base di composti contenenti biossido di silicio e polimeri di sintesi, il cui effetto si espliciti sia attraverso l'istantanea perdita di lavorabilità dovuta all'incompatibilità fisico-chimica con l'additivo riduttore d'acqua iperfluidificante, che all'istantanea accelerazione della presa.

L'accelerante di presa dovrà essere aggiunto in corrispondenza della lancia di proiezione ed in ragione massima del 12% (peso/peso) sul peso del legante.

La classe di consistenza dovrà essere di tipo S4 e specificamente 18 cm ± 1 cm, costante, dal momento del confezionamento sino al momento della proiezione per 90 min.

La composizione del conglomerato dovrà essere sottoposta dall'Impresa alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti d'omogeneità di cui al paragrafo 15.7.6.

La qualifica preliminare del conglomerato cementizio, le prove sui materiali e sul conglomerato fresco, dovranno essere effettuati con l'osservanza del disposto delle presenti Norme.

I prelievi di controllo della miscela base (conglomerato non accelerato) andranno eseguiti con frequenza giornaliera per ogni singola opera sottoposta alla lavorazione, il valore di resistenza sarà determinato sulla media di due provini cubici, di lato 15 cm.

Il controllo del prodotto finito sarà eseguito in opera mediante carotaggi; la resistenza a compressione sarà determinata sulla media di due prelievi (carote) per ogni giorno di getto d'ogni opera interessata alla lavorazione, prelevati secondo UNI 6131 e provati secondo UNI 6132.

Per normalizzare i risultati ottenuti su carote aventi rapporti h/d diversi da 1 si prenderà in considerazione la snellezza  $\lambda = h/d$ . La stima della resistenza cubica R<sub>c</sub> (MPa) del calcestruzzo proiettato a partire dalla resistenza compressione sui cilindri f/λ (MPa) dovrà essere calcolata secondo la seguente formula:

$$R_c = \frac{2,5}{1,5 + 1/\lambda} \times f \lambda$$

Al fine di tenere nella dovuta considerazione l'effetto di disturbo indotto nel calcestruzzo, il valore di  $R_c$  dovrà essere incrementato del 20%.

In base ai risultati ottenuti, la resistenza cubica caratteristica a compressione ( $R_{ck}$ ) è stimata secondo quanto indicato nella normativa UNI 9858.

Per la valutazione delle resistenze a 24 h ed a 48 h (il valore ottenuto sarà definito come resistenza stimata "Rstim") si dovrà adottare il metodo dello sparo ed estrazione di chiodi tramite l'utilizzo di:

- Pistola di sicurezza spara chiodi (tipo HILTI DX 450 L o equivalente con pistone 45 M6-8L preselezionata in posizione 1) dotata di cartucce esplosive (propulsori tipo HILTI 6,8/11 M di colore verde o equivalenti) d'intensità nota, codice di potenza 02, in grado di fornire al chiodo un'energia che conferisca al chiodo stesso una velocità iniziale compresa tra i 50 ed i 70 m/s (che deve essere dichiarata dal costruttore).
- Chiodi (prigionieri) (tipo HILTI M6-8-52 D12 e tipo HILTI M6-8-72 D12 o equivalente) filettati (M6-8) in acciaio al carbonio  $HRC55.5 \pm 1$ , diametro 37 mm e con rivestimento in zinco di 5÷13 m, la lunghezza del gambo dei chiodi è prefissata ed è pari a 52 o 72 mm.
- Apparecchio estrattore (tipo HILTI tester 4 o equivalente) in grado di misurare la forza d'estrazione con la tolleranza di  $\pm 100$  N; tale apparecchiatura dovrà essere corredata della curva di taratura che mette in relazione il valore letto del carico col valore corretto del carico medesimo.

Le modalità d'esecuzione della prova e le tabelle di correlazione per l'estrapolazione dei dati saranno indicate dalla Direzione Lavori e saranno comunque conformi a quanto riportato in "Linee guida per il calcestruzzo proiettato" (ed. Austrian Concrete Society - ed. 1997).

Le resistenze dovranno essere quelle di progetto e comunque non inferiori a:

Rstim a 24 h > 10 MPa con la tolleranza di - 1 MPa

Rstim a 48 h > 15 MPa con la tolleranza di - 1 MPa

Classe di resistenza a 28 d > 28/35 MPa

I controlli andranno eseguiti con frequenza giornaliera ed il valore di resistenza sarà determinato sulla media d'otto chiodi o di due provini (carotaggi) per ogni controllo.

Negli attimi precedenti alla proiezione del conglomerato, dovranno essere confezionati per ogni giorno di getto, n. 2 provini di calcestruzzo privo d'accelerante al fine di accertare l'effettivo abbattimento delle resistenze causato dall'aggiunta dello stesso; i provini saranno sottoposti a controllo così come previsto dalle presenti Norme Tecniche.

Il controllo, ai fini della contabilizzazione, della resistenza caratteristica sarà eseguito esclusivamente sulla scorta dei risultati della rottura a compressione dei carotaggi eseguiti in opera.

Qualora le resistenze alle diverse maturazioni fossero inferiori a quanto previsto saranno applicate delle penalità. Le prove per la determinazione della resistenza stimata Rstim saranno eseguite dal personale tecnico della Direzione Lavori in contraddittorio con il personale tecnico dell'Impresa la quale dovrà farsi carico di tutti gli oneri relativi alle prove eseguite.

Le prove di rottura a compressione andranno eseguite presso Laboratori indicati dalla Direzione Lavori ed i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

Per quanto applicabile e non in contrasto con le presenti Norme, per le modalità di confezionamento, messa in opera e verifica delle resistenze si farà costante riferimento alle raccomandazioni europee EFNARC (final draft) versione ottobre 1993, ed "Linee guida per il calcestruzzo spruzzato" Austrian Concrete Society ed. 1997, nella attesa che sia pubblicata la corrispondente Normativa Italiana, attualmente in fase di redazione.

Il rivestimento in conglomerato cementizio spruzzato, in relazione alle previsioni di progetto, potrà essere armato con rete in barre d'acciaio a maglie elettrosaldate o, in alternativa, con fibre d'acciaio.

Le fibre d'acciaio per la confezione del conglomerato armato con fibre dovranno essere realizzate con filo ottenuto per trafilatura d'acciaio a basso contenuto di carbonio, del diametro di 0,5 mm circa, avente tensione di rottura per trazione ( $f$ ) > di 1.200 MPa e tensione di scostamento dalla proporzionalità avente ( $f_p 0,2$ ) > 900 MPa ed allungamento minimo < del 2,0%; le fibre dovranno essere lunghe 30 mm, rapporto d'aspetto (L/D)= 60 ed avere le estremità sagomate ad uncino.

Per agevolare l'uniforme distribuzione delle fibre nell'impasto, le stesse dovranno essere confezionate in pacchetti di più fibre affiancate, tra loro unite con speciale collante rapidamente solubile nell'acqua d'impasto.

La quantità di fibre d'acciaio da impiegare per l'armatura del conglomerato cementizio spruzzato dovrà essere quella prevista in progetto; le fibre dovranno essere incorporate nel conglomerato già impastato avendo cura che la loro immissione e l'ulteriore miscelazione dell'impasto avvengano immediatamente prima della posa in opera.

Qualora il conglomerato fosse prescritto dal progettista come fibrorinforzato, si determinerà, con frequenza settimanale la quantità d'energia assorbita mediante punzonamento su piastra.

Tale valore dovrà risultare > 500 joule.

La rete d'armatura, posta in opera preliminarmente ed inglobata nel conglomerato in fase di proiezione, dovrà essere conforme alle prescrizioni delle presenti Norme.

Qualora la classe di resistenza a 28 d non sarà > 28/35 MPa, sarà applicata una penalità pari al 20% del prezzo unitario al metro cubo sull'intera produzione giornaliera desunta dal giornale dei lavori e/o dai tabulati di stampa prodotti dall'impianto di betonaggio.

Quando gli spessori minimi rilevati dalla misurazione dei prelievi eseguiti in opera, fossero inferiori a quelli minimi previsti, la Direzione Lavori non terrà conto della lavorazione fino a che non siano stati ripristinati gli spessori minimi progettualmente richiesti.

### **3.9.10 Calcestruzzo rinforzato con fibre d'acciaio per pavimentazioni**

In alcuni casi (es. le piste di entrata e uscita dei caselli autostradali), è previsto progettualmente di realizzare delle pavimentazioni di tipo rigido in calcestruzzo rinforzata con fibre d'acciaio.

Le fibre d'acciaio per la confezione del conglomerato cementizio armato con fibre dovranno essere realizzate con filo ottenuto per trafilatura d'acciaio a basso contenuto di carbonio, del diametro di 0,75 mm circa; le fibre dovranno essere lunghe 60 mm, rapporto d'aspetto (L/D)= 80 ed avere le estremità sagomate ad uncino.

Per agevolare l'uniforme distribuzione delle fibre nell'impasto, le stesse dovranno essere confezionate in pacchetti di più fibre affiancate, tra loro unite con speciale collante rapidamente solubile nell'acqua d'impasto.

La quantità di fibre d'acciaio da impiegare per l'armatura del conglomerato cementizio, per la pavimentazione, dovrà essere in ragione di 20kg/m<sup>3</sup> salvo specifiche indicazioni previste in progetto. Le fibre dovranno essere incorporate nel conglomerato già impastato avendo cura che la loro immissione e l'ulteriore miscelazione dell'impasto avvengano immediatamente prima della posa in opera.

Le modalità di messa in opera e i controlli del calcestruzzo saranno i medesimi previsti dalle presenti norme. Si dovrà inoltre controllare con specifica prova la percentuale delle fibre nel calcestruzzo.

### ***3.9.11 Calcestruzzi confezionati con additivo impermeabilizzante per cristallizzazione (in polvere)***

In alcuni casi è previsto progettualmente di realizzare getti additi vati con un sistema di impermeabilizzazione di strutture in Calcestruzzo Armato mediante aggiunta al "mix design" dell'additivo in polvere composto da Cemento Portland, sabbia silicea di speciale gradazione e specifici composti chimici reattivi. Essi interagiscono con l'umidità e i sottoprodotti dell'idratazione del calcestruzzo fresco e generano una rete di cristalli di Silicato di Calcio Idrato insolubili che sigilla i capillari del calcestruzzo e i pori del gel rendendo impermeabile la matrice stessa alla penetrazione di acqua proveniente da qualsiasi direzione.

L'additivo deve essere aggiunto al calcestruzzo in fase di confezionamento in ragione del 1% in peso del contenuto in cemento del mix, aggiunto in Centrale di Betonaggio all'aggregato (granulato o sabbia), sul nastro trasportatore degli inerti o nella pesa degli inerti onde ottenere una perfetta omogeneizzazione.

Il mescolamento totale avverrà secondo le tecniche standard, come indicato nelle specifiche schede tecniche.

#### Caratteristiche del calcestruzzo additivato

- Test di opposizione alla pressione idrostatica negativa (ISO/DIS 7031): 20 BAR
- Impermeabilità all'acqua sotto pressione (test UNI EN 12390/3 analogo a DIN 1048)
- Calcestruzzo impermeabile per penetrazione media dell'acqua < 50 mm.
- Calcestruzzo con elevata resistenza agli attacchi chimici < 30 mm.
- Test di permeabilità all'acqua dopo 56 giorni (DIN 1048) <  $5,35 \times 10^{-13}$  m/sec
- Test di aumento della resistenza a compressione dopo 28 gg. (ASTM C39): > 6%
- Pontage di fessurazioni: < 0,4 mm.
  - o osservando il corretto dimensionamento dei giunti (ripresa, frazionamento, strutturali e antisismici)
  - o osservando la corretta esecuzione, messa in opera e maturazione delle opere in calcestruzzo secondo la normativa vigente.

### **3.10 Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso**

L'impiego di manufatti totalmente o parzialmente prefabbricati può essere autorizzato dal Progettista quando lo stesso avrà preso visione dei documenti richiesti dall'art. 9 della legge 1086 e avrà verificato la previsione d'utilizzazione del manufatto prefabbricato e il suo organico inserimento nel progetto.

Per l'accettazione ed i controlli di qualità di questi manufatti, ed in particolare di quelli prodotti in serie, valgono le prescrizioni delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. del 14/01/2008), delle Norme Tecniche emanate in applicazione degli artt. 1 e 3 della Legge 02/02/1974 n. 64 (D.M. 03/12/1987 e successivi aggiornamenti), delle Istruzioni C.N.R. 10025/84 "Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati.

Per tutti gli elementi prefabbricati per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE, al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della Marcatura CE. Sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile.

Per tutti gli elementi prefabbricati ai quali non sia applicabile quanto sopra valgono le disposizioni del D.M del 14/01/2008 in applicazione alla legge 05/11/1971 n. 1086.

Inoltre ogni fornitura in cantiere di elementi costruttivi prefabbricati, sia di serie che occasionali, dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del DPR n.380/2001, da consegnare al Direttore dei Lavori dell'opera in cui detti elementi costruttivi vengono inseriti, che ne curerà la conservazione:

Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:

- i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera, compreso l'elenco degli elementi forniti con relativi contrassegni;
- apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;
- le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e le regolazione dei manufatti;
- elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego e la manutenzione dei manufatti. Tali elaborati dovranno essere consegnati dal Direttore dei Lavori al Committente, a conclusione dell'opera;
- per elementi di serie qualificati, certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal Direttore Tecnico responsabile della produzione. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, deve riportare il nominativo del progettista e copia dell'attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale;
- documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del Registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio incaricato ai sensi dell'art. 59 del DPR n. 380/2001; tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

dichiarazione di conformità del Direttore Tecnico di Stabilimento in cui si dichiara che il materiale costituente il lotto fornito è stato prodotto nel proprio stabilimento conformemente alla normativa vigente (Legge 05/11/1971 n. 1086 e successivi decreti ministeriali applicativi) ed al progetto esecutivo e che si allega a tale dichiarazione la documentazione attestante i risultati delle prove di cui sopra e le bolle di accompagnamento del materiale.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del Direttore dei Lavori di cui all'art. 65 del DPR n. 380/2001.

Prima di procedere all'accettazione dei manufatti, il Direttore dei Lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati, in particolare ogni elemento prefabbricato prodotto in serie, deve essere appositamente contrassegnato da marchiatura fissa, indelebile o comunque non rimovibile, in modo da garantire la rintracciabilità del produttore e dello stabilimento di produzione, nonché individuare la serie di origine dell'elemento.

Per la confezione del conglomerato cementizio si farà riferimento a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche, compreso qualora fosse previsto, la descrizione del ciclo termico per la maturazione accelerata a vapore; inoltre nel caso in cui ci facesse ricorso i cicli di stagionatura dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà produrre, per ogni giorno di lavorazione, grazie all'utilizzo di un registratore di dati del ciclo termico, la documentazione attestante la rispondenza del ciclo stesso, a quello approvato dalla Direzione Lavori.

Qualora ciò non avvenisse, la Direzione Lavori rifiuterà l'intera produzione della giornata di lavoro non monitorata, senza che all'Impresa debba essere riconosciuto alcun compenso.

Tra la fine del ciclo di maturazione accelerata e lo scasso dell'elemento prefabbricato, non potranno passare meno di 3 (tre) ore.

In presenza d'elementi prefabbricati in c.a.p. sottoposti a maturazione accelerata a vapore, l'Impresa farà maturare, nelle stesse condizioni dell'elemento n. 2 provini cubici aventi lato 15 cm, che saranno sottoposti a rottura a compressione monoassiale presso il laboratorio di cantiere, prima di procedere alle fasi di tesatura; i risultati riferiti a dette prove saranno registrati e trasmessi con cadenza giornaliera alla Direzione Lavori.

Ad ogni effetto si richiamano qui espressamente gli articoli 6 e 9 della legge 5/11/1971 n. 1086 relativamente all'obbligo di allegare alla relazione del Direttore dei Lavori copia del certificato d'origine dei manufatti, alle responsabilità assunte dalle Ditte produttrici con il deposito della documentazione di cui ai punti a), b), c), d), del citato art. 9, nonché per quanto attinente a prelievi di materiali, prove e controlli in fase di produzione.

La Direzione Lavori potrà prescrivere prove sperimentali atte a prevedere il comportamento della struttura da realizzare con tali manufatti, avuto particolare riguardo alla durata nel tempo, alla efficienza dei collegamenti, agli effetti dei fenomeni di ritiro e viscosità e dei carichi alternati o ripetuti.

Sui manufatti saranno effettuati controlli, a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, sulla resistenza del calcestruzzo, prelevando da ogni lotto almeno un manufatto dal quale ricavare, mediante carotaggio o taglio con sega a disco, quattro provini da sottoporre a verifica della resistenza a compressione.

Qualora la resistenza media a compressione dei quattro provini risultasse inferiore a quella richiesta e comunque non al di sotto del 90% della stessa, alla partita sarà applicata una penale con le medesime modalità previste dall'3.9; qualora risultasse inferiore al 90% della resistenza richiesta, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

È in facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo, a cura ed a spese dell'Impresa, anche altri manufatti oltre il primo, sui quali verificare anche:

- il rispetto del copriferro, previsto in un minimo di 2 cm;
- eventuali difetti superficiali e di finitura;
- la resistenza a compressione tramite prova pull out con tasselli.

Quando l'intera produzione sarà dichiarata ultimata, la Direzione Lavori esaminerà ogni elemento prodotto e tenendo nella dovuta considerazione tutti i parametri sopracitati, a suo insindacabile giudizio, accetterà o no quanto esaminato.

Al termine della verifica, dovrà essere redatto in contraddittorio tra Impresa e Direzione lavori un apposito verbale riportante tra l'altro, il numero totale degli elementi prodotti, il numero degli elementi considerati conformi ed il numero degli elementi considerati non conformi.

Gli elementi considerati non conformi saranno ritenuti non idonei all'impiego, la loro sostituzione sarà a totale cura e spese dell'Impresa la quale, prima di procedere al trasporto dei nuovi elementi, dovrà sottoporre gli stessi ai controlli di cui sopra.

### 3.11 Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente fossero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Per quanto riguarda le casseforme è prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti.

### 3.12 Ripristino/adequamento di elementi strutturali in conglomerato cementizio

#### 3.12.1 Miscela per il ripristino di superfici degradate

##### Materiali

I materiali per il ripristino/adequamento sono suddivisi nelle seguenti categorie:

- materiali cementizi a ritiro compensato<sup>1</sup> nei tipi A, B, C, D, G, H, I ed L;
- malte cementizie polimero modificate nei tipi E1 ed E2;
- malte di resina nei tipi F1, F2 ed F3;

I vari tipi di materiale, per i cui requisiti e specifiche prestazionali minime si rimanda ai punti 19.2 e 19.3, sono così definiti:

A) **Malte cementizie, premiscelate, tissotropiche (spruzzabili), a ritiro compensato, fibrorinforzate** con fibre in lega metallica a base cromo, amorfe, flessibili ed inossidabili<sup>2</sup>, con rapporto d'aspetto l/d pari a 125, aventi lunghezza pari a 30 mm, caratterizzate da resistenza a trazione > 1.900 MPa, presenti nella malta in quantità > 0,9 % in peso sulla malta secca. Tali malte contengono anche fibre sintetiche<sup>3</sup> poliacriliche.

B) Malte cementizie, premiscelate, tissotropiche (spruzzabili), a ritiro compensato con ritentore d'umidità, contenenti fibre sintetiche poliacriliche.

C) **Malte cementizie, premiscelate, reoplastiche<sup>4</sup>, colabili, a ritiro compensato, fibrorinforzate** con fibre rigide in acciaio a basso tenore di carbonio, con rapporto d'aspetto l/d pari a 50, aventi lunghezza pari a 30 mm, di forma tipo a "greca", aventi resistenza a trazione > 1.200 MPa, presenti nella malta in quantità > 7,5 % in peso sulla malta secca.

D) **Malte cementizie, premiscelate, reoplastiche**, colabili, a ritiro compensato, contenenti fibre sintetiche poliacriliche.

E) Malte cementizie polimero modificate, premiscelate, tissotropiche, contenenti fibre sintetiche poliacriliche:

tipo E1: a basso modulo elastico ( $\leq 16.000$  MPa);

tipo E2: a modulo elastico normale (tra 20.000 e 23.000 MPa).

F) **Malte di resina premiscelate**: malte tissotropiche F1, malte colabili F2 e boiacche a bassissima viscosità F3.

(Le malte F1 sono adatte per l'incollaggio al calcestruzzo d'elementi metallici o di profilati sintetici e per l'incollaggio d'elementi in calcestruzzo; le malte F2 per inghisaggi di barre d'armatura; le malte F3 sono adatte alla saldatura per iniezione di fessure).

G) **Betoncini** cementizi, reoplastici, colabili, a ritiro compensato, fibrorinforzati con fibre rigide in acciaio a basso tenore di carbonio; ottenuti aggiungendo alla malta di cui al precedente punto C) aggregati selezionati (nella misura del 35% sul peso totale della miscela secca, malta più aggregato), non gelivi, non soggetti a reazione alcali-aggregato, lavati, d'idonea curva granulometrica, di diametro minimo pari a 5 mm, di diametro massimo in funzione dello spessore del getto e comunque non superiore a 12 mm.

H) **Betoncini** cementizi premiscelati, reoplastici, colabili, a ritiro compensato, contenenti fibre sintetiche poliacriliche.

<sup>1</sup> Si intendono a ritiro compensato malte, betoncini e calcestruzzi che compensano il ritiro igrometrico con una opportuna reazione espansiva nella fase iniziale dell'indurimento.

<sup>2</sup> L'inossidabilità è dovuta alla particolare formulazione a base di cromo, ed è stata valutata su provini di malta sottoposti ad un bagno di soluzione salina (NaCl e MgSO<sub>4</sub>) per la durata di 12 mesi.

<sup>3</sup> Le fibre sintetiche poliacriliche dovranno essere presenti in quantità > 0,08% in peso sulla malta secca ed avere diametro di 16 µm e lunghezza di 8 mm.

<sup>4</sup> Si definiscono reoplastici malte, betoncini e calcestruzzi che pur essendo autolivellanti sono molto coesivi cioè privi di segregazione e bleeding.

I) **Calcestruzzi di cemento reoplastici** a ritiro compensato, ottenuti utilizzando come legante uno speciale cemento espansivo in luogo dei normali cementi e miscelando ad esso acqua ed aggregati; aventi classe di resistenza  $\geq 40/50$  MPa, basso rapporto a/c, consistenza S4-S5, assenza di bleeding, elevata pompabilità.

L) **Boiacche a ritiro compensato**, ad elevata fluidità, prive di bleeding ottenute utilizzando uno speciale legante cementizio espansivo, adatte per l'intasamento di guaine di precompressione degradate.

### 3.12.2 Requisiti dei materiali

Nelle successive tabelle 19.2a e 19.2b sono riportati i requisiti ed i corrispondenti metodi di prova rispettivamente per i materiali cementizi a ritiro compensato, per le malte cementizie polimero modificate, per le boiacche e malte di resina.

Tabella 19.2a - Requisiti e metodi di prova per materiali cementizi a ritiro compensato e per malte polimero modificate

Requisiti	Metodi di prova
Spandimento (*)	UNI 7044
Espansione contrastata (**)	UNI 8147 (***)
Espansione contrastata con stagionatura all'aria (**) (****)	UNI 8147 modificata
Aderenza al calcestruzzo	Metodo Autostrade
Aderenza ai ferri d'armatura	RILEM-CEB-FIP RC6-78
Resistenza a compressione	UNI EN 196/1
Resistenza a flessione	UNI EN 196/1
Modulo elastico statico	UNI 6556
Permeabilità all'acqua	Metodo Arredi
Resistenza cicli di gelo-disgelo	EN 104-840-3
Permeabilità allo ione Cl <sup>-</sup>	Metodo TEL
Resistenza ai solfati	ASTM C-88
Spessore carbonatato in 10 anni	UNI 9944

(\*) Per boiacche da iniezione tipo L si misura la fluidità al cono di Marsh modificato che deve essere compresa tra 15 e 25 secondi;

(\*\*) Requisito non richiesto per malte cementizie polimero modificate;

(\*\*\*) Per betoncini e calcestruzzi UNI 8148;

(\*\*\*\*) Requisito richiesto solo per materiali tipo B

Tabella 19.2b - Requisiti e metodi di prova per boiacche e malte di resina

Requisiti	Metodi di prova
Aderenza al calcestruzzo, MPa	ASTM D 4541
Aderenza all'acciaio, MPa	ASTM D 4541
Pull out, MPa	RILEM-CEB-FIP-RC6-78
Resistenza a compressione, MPa	UNI EN 196/1*
Resistenza a flessione, MPa	UNI EN 196/1*
Modulo elastico statico, MPa	RILEM-PC8-TC 113-CPT-95
Viscosità, centipoise**	BROOKFIELD ISO 2555

\* la prova è eseguita senza la stagionatura dei provini

\*\* richiesta solo per le resine per iniezione

### 3.12.3 Accettazione e specifiche prestazionali dei materiali per interventi di ripristino/adeguamento

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione tecnica per la qualifica dei materiali che intende impiegare, dimostrando la piena rispondenza di questi requisiti ed alle prestazioni richieste. La Direzione Lavori in tempo utile rispetto al programma lavori esprimerà il suo parere, potendo comunque prescrivere, a spese dell'Impresa, l'esecuzione di prove su campioni di materiali prelevati in contraddittorio, indicando il laboratorio presso il quale effettuare le prove. Saranno altresì richieste, con le stesse modalità, verifiche su campioni di materiale di normale fornitura e dichiarazioni che attestino le prestazioni specifiche della partite di materiale, che sono consegnate di volta in volta dalle Società Produttrici.

Nelle successive tabelle sono indicate le prestazioni minime richieste per i singoli tipi di materiale, salvo migliori caratteristiche definite nel progetto.

Tabella 19.3a - Prestazioni richieste per i materiali cementizi a ritiro compensato

REQUISITI	PRESTAZIONI DEI MATERIALI							
	A	B	C	D	G	H	I	L
Spandimento, %	> 70	>70	> 90	> 170	>180*	>200*	>200*	**
Espansione contrastata, %	≥0,04	≥0,05	≥0,04	≥0,04	≥0,03	≥0,04	≥0,03	≥0,04
Espansione contrastata con stagionatura all'aria, %	N.R.***	≥0,03	N.R.** *	N.R.***	N.R.***	N.R.***	N.R.***	N.R.***
Aderenza al calcestruzzo, MPa	≥ 4	≥ 4	≥ 4	≥ 4	≥ 3	≥ 4	≥ 2,5	≥ 4
Aderenza ai ferri d'armatura, MPa	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20
Resistenza a compressione cubica, MPa								
1 d	≥ 25	≥ 23	≥ 30	≥ 28	≥ 30	≥ 30	≥ 20	≥ 20
3 d	≥ 35	≥ 30	≥ 40	≥ 35	≥ 40	≥ 40	≥ 30	≥ 30
28 d	≥ 60	≥ 60	≥ 75	≥ 70	≥ 70	≥ 70	≥ 50	≥ 55
Resistenza a flessione, MPa								
1 d	≥ 8	≥ 4	≥ 10	≥ 4	≥ 8,5	≥ 5	≥ 2	≥ 5
3 d	≥ 9	≥ 6	≥ 12	≥ 6	≥ 9	≥ 6	≥ 3	≥ 6
28 d	≥ 11	≥ 8	≥ 16	≥ 8	≥ 13	≥ 8	≥ 5	≥ 7,5
Modulo elastico statico, MPa	≥23,000	≥25,000	≥25,000	≥25,000	≥25,000	≥25,000	≥25,000	≥25,000
Permeabilità all'acqua, m/s	<10 <sup>-12</sup>	<10 <sup>-12</sup>	<10 <sup>-12</sup>	<10 <sup>-12</sup>	<10 <sup>-12</sup>	<10 <sup>-12</sup>	<10 <sup>-12</sup>	< 10 <sup>-12</sup>
Resistenza cicli di gelo-disgelo, numero di cicli	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50
Permeabilità allo ione Cl <sup>-</sup> , m <sup>2</sup> /s	<1•10 <sup>-12</sup>	<1•10 <sup>-12</sup>	<1•10 <sup>-12</sup>	<1•10 <sup>-12</sup>	<1•10 <sup>-12</sup>	<1•10 <sup>-12</sup>	<1•10 <sup>-12</sup>	<1•10 <sup>-12</sup>
Resistenza ai solfati, numero di cicli	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7
Spessore carbonatato in 10 anni	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm

\* Per betoncini e calcestruzzi si valuta la consistenza misurando l'abbassamento in mm secondo la prova del cono d'Abrams

\*\* Per le boiacche da iniezione si misura la fluidità al cono di Marsh modificato che deve essere compresa tra 15 e 25 secondi.

\*\*\* N.R. prestazione non richiesta

Tabella 19.3b - Prestazioni per le malte cementizie polimero modificate

REQUISITI	PRESTAZIONI DEI MATERIALI	
	E 1	E 2
Spandimento, %	$\geq 90$	$\geq 90$
Aderenza al calcestruzzo, MPa	$\geq 4$	$\geq 5$
Aderenza ai ferri d'armatura, MPa	$\geq 10$	$\geq 11$
Resistenza a compressione cubica, MPa		
1 d	$\geq 10$	$\geq 13$
3 d	$\geq 18$	$\geq 23$
28 d	$\geq 35$	$\geq 50$
Resistenza a flessione, MPa		
1 d	$\geq 3$	$\geq 3$
3 d	$\geq 4$	$\geq 5$
28 d	$\geq 6$	$\geq 10$
Modulo elastico statico, MPa	$\leq 16.000$	20.000-23.000
Permeabilità all'acqua, m/s	$< 10^{-12}$	$< 10^{-10}$
Resistenza cicli gelo-disgelo, numero di cicli	$> 50$	$> 50$
Permeabilità allo ione $Cl^-$ , $m^2/s$	$< 1 \times 10^{-12}$	$< 5 \times 10^{-12}$
Resistenza ai solfati, numero di cicli	$> 7$	$> 7$
Spessore carbonatato in 10 anni	$< 2$ mm	$< 2$ mm

Tabella 19.3c - Prestazioni per malte di resina

REQUISITI	PRESTAZIONI DEI MATERIALI		
	F 1	F 2	F 3
Aderenza al calcestruzzo, MPa * a 28 d	$\geq 3,5$	$\geq 3,5$	$\geq 3,5$
Aderenza all'acciaio, MPa *	$\geq 3,5$	///	///
Pull out, MPa	$\geq 20$	$\geq 20$	$\geq 20$
Resistenza a compressione cubica, MPa			
1 d	$\geq 50$	$\geq 50$	$\geq 50$
7 d	$\geq 70$	$\geq 80$	$\geq 90$
Resistenza a flessione, MPa			
1 d	$\geq 15$	$\geq 15$	$\geq 15$
7 d	$\geq 30$	$\geq 45$	$\geq 55$
Modulo elastico statico, MPa	8.000-9.000	14.000-16.000	4.000-5.000
Viscosità, centipoise	N.R. **	N.R. **	500-600

\* In caso d'applicazione su supporti umidi si accettano valori d'aderenza  $\geq 3$  MPa

\*\* N.R. prestazione non richiesta

### 3.12.4 Trattamenti prima del ripristino/adeguamento e fasi esecutive

La tecnica d'intervento può essere sintetizzata nelle seguenti fasi:

- Asportazione del calcestruzzo degradato;
- Pulizia delle armature eventualmente scoperte;
- Posizionamento delle eventuali armature aggiuntive;
- Posizionamento dell'eventuale rete elettrosaldata di contrasto;
- Pulizia e saturazione della superficie di supporto;
- Applicazione del materiale di ripristino;
- Frattazzatura;
- Stagionatura.

Le fasi esecutive in funzione del tipo di materiale utilizzato sono indicate nella tabella 19.4.0 e descritte nei punti successivi.

**Tabella 19.4.0** - Fasi esecutive in funzione del tipo di materiale di ripristino

MATERIALI	Malte, Betoncini, calcestruzzi a ritiro compensato tipo B-D-H-I (senza fibre metalliche)	Malte e Betoncini a ritiro compensato fibrorinforzati tipo A-C-G (con fibre metalliche)	Malte cementizie polimero modificate tipo E1-E2	Malte di resina tipo F1-F2-F3
FASI ESECUTIVE				
Asportazione del calcestruzzo degradato	Idrodemolizione oppure scalpellatura meccanica	Idrodemolizione oppure scalpellatura meccanica	Scalpellatura meccanica (E2) sabbiatura o idrosabbiatura (E1)	Sabbiatura
Pulizia delle armature	Sabbiatura	Sabbiatura	Sabbiatura	Sabbiatura
Posizionamento delle armature aggiuntive	•	•	•	•
Posizionamento della rete di contrasto	••	N.R.	N.R.	N.R.
Pulizia della superficie di supporto	Acqua in pressione	Acqua in pressione	Soffio d'aria compressa, oppure acqua in pressione solo per le malte da miscelare con acqua	Soffio d'aria compressa, oppure acqua in pressione solo per le malte da miscelare con acqua
Saturazione della superficie di supporto	Acqua o vapore in pressione	Acqua o vapore in pressione	Acqua in pressione solo per le malte da miscelare con acqua	N.R.
Applicazione del materiale di ripristino	Spruzzo/Rinzafo oppure Colaggio/Getto	Spruzzo/Rinzafo oppure Colaggio/Getto	Spruzzo/Rinzafo (E2) Spruzzo/Spatola (E1)	Spatolatura oppure colaggio o iniezione
Frattazzatura	•••	•••	•••	N.R.
Stagionatura	Prodotti antievaporanti o acqua nebulizzata o teli in plastica. Quando si devono applicare rivestimenti protettivi o trattamenti d'impermeabilizzazione si devono utilizzare prodotti antievaporanti che, dopo pochi giorni dall'applicazione, si polverizzano e siano di facile asportazione mediante lavaggio con acqua in pressione. L'adozione dei teli di plastica è limitata ai casi di protezione dei getti in climi particolarmente rigidi.	Prodotti antievaporanti, o acqua nebulizzata o teli in plastica. Quando si devono applicare rivestimenti protettivi o trattamenti d'impermeabilizzazione si devono utilizzare prodotti antievaporanti che, dopo pochi giorni dall'applicazione, si polverizzano e siano di facile asportazione mediante lavaggio con acqua in pressione. L'adozione dei teli di plastica è limitata ai casi di protezione dei getti in climi particolarmente rigidi.	Prodotti antievaporanti, o acqua nebulizzata solo per le malte da miscelare con acqua	N.R.

N.R. Fase esecutiva non richiesta

- Se previsto in progetto
- Se richiesto dal tipo di prodotto
- Questa operazione è importante, oltre che per ottenere una buona rifinitura, anche perché contribuisce ad evitare la formazione di fessure da ritiro plastico

#### **3.12.4.1 Asportazione del calcestruzzo degradato**

Per i materiali cementizi a ritiro compensato l'asportazione del calcestruzzo incoerente o degradato avverrà mediante idrodemolizione o scalpellatura meccanica eseguita mediante demolitori leggeri alimentati ad aria compressa, adottando tutte le precauzioni necessarie ad evitare il danneggiamento delle strutture superstiti. Nel caso d'idrodemolizione dovranno avere pressione del getto d'acqua di 120-150 MPa e portata compresa tra 100 e 300 l/min.

Tali macchine dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori ed essere corredate di sistemi di prerogolazione con comando a distanza e di sistemi sicurezza e protezione, che consentano il corretto funzionamento anche in presenza di traffico, nonché il controllo delle acque di scarico, la qualità delle quali dovrà essere conforme ai limiti della tabella "A" della legge 319/76.

La superficie del calcestruzzo di supporto dovrà risultare macroscopicamente ruvida (asperità di circa 5 mm di profondità) allo scopo di ottenere la massima aderenza tra il nuovo ed il vecchio materiale.

Tale macro ruvidità è indispensabile affinché si realizzi il meccanismo dell'espansione contrastata<sup>5</sup> che è alla base del funzionamento dei materiali a ritiro compensato (tipo A-B-C-D-G-H-I).

Per le malte cementizie polimero modificate (E) e per le malte di resina (F) la preparazione del supporto sarà effettuata mediante sabbiatura o idrosabbiatura tenuto conto dello spessore di calcestruzzo da asportare, non essendo necessaria la macrorugosità del supporto in quanto l'aderenza tra vecchio e nuovo è garantita mediante l'azione collante della resina e non mediante il meccanismo dell'espansione contrastata.

#### **3.12.4.2 Trattamento ferri d'armatura**

I ferri d'armatura del cemento armato messi a nudo in fase d'asportazione del conglomerato cementizio ammalorato dovranno essere portati a metallo quasi bianco mediante sabbiatura.

Quando il ripristino è realizzato con malte o betoncini a ritiro compensato generalmente non è opportuno l'impiego sull'armatura di prodotti inibitori di corrosione, salvo diverse motivate prescrizioni di progetto.

#### **3.12.4.3 Posizionamento d'armature aggiuntive**

Qualora sia necessario aggiungere delle armature, queste saranno poste in opera prima della pulizia della superficie di supporto e del posizionamento dell'eventuale rete elettrosaldata di contrasto.

Dovrà essere garantito un copriferro di almeno 20 mm.

#### **3.12.4.1 Posizionamento d'armature aggiuntive per collegamento getti**

##### **(i) Ancoraggi con cartucce e fiale di resina tixotropica**

Progettualmente, il sistema può essere prescritto per la realizzazione di ancoraggi mediante fornitura e posa in opera di resina a consistenza tixotropica (senza stirene), in cartuccia contenente resina epossidica con rapporto di miscelazione resina e induritore 3:1

<sup>5</sup> Se i conglomerati a ritiro compensato venissero applicati in assenza di contrasto (ruvidità del supporto, confinamento, armatura per gli spessori > 20 mm), sarebbero destinati inevitabilmente a perdere aderenza con il supporto durante l'espansione iniziale ed ad avere fessure da ritiro igrometrico.

Il sistema di ancoraggio è composto da una resina e barra B450C per armatura di strutture in c.a. ed è previsto per l'esecuzione di giunzioni di sovrapposizione con le armature esistenti, per il ripristino di continuità strutturale, anche con profondità di infissione elevate.

### Resine

L'utilizzo di detti materiali, la provenienza, la preparazione, il peso dei singoli componenti e le modalità d'applicazione saranno concordati con la D.L.

In particolare le caratteristiche qualitative dei legami organici in base all'oro impiego saranno le seguenti:

- perfetta adesione ai comuni materiali da costruzione ottenuta mediante la formazione di un sufficiente numero di gruppi polari capaci di stabilire legami fisici d'affinità con i costituenti sia minerali che organici dei materiali trattati;
- buona stabilità alla depolimerizzazione ed all'invecchiamento;
- elevata resistenza all'attacco chimico operato da acque, sostanze alcaline o da altri tipi di aggressivi chimici;
- limitatissimo ritiro in fase d'indurimento.

Ove necessario per garantire un ottimale esecuzione dell'incollaggio (es. inghisaggi in fori) tutte le resine utilizzate dovranno possedere marcatura CE ed essere accompagnate da schede tecniche che ne certifichino le caratteristiche fisico-meccaniche sulla base di prove di laboratorio.

### Resine epossidiche

Derivate dalla condensazione del bisfenolo A con epichloridrina, potranno essere del tipo solido o liquido. In combinazione con appositi indurenti amminici che ne caratterizzano il comportamento, potranno essere utilizzate anche miscele con cariche minerali, riempitivi, solventi ed addensanti, solo dietro approvazione del D.L., per lavori in cui sarà necessario sfruttare le loro elevatissime capacità adesive. I prodotti utilizzati non dovranno presentare nessun ritiro in fase di polimerizzazione.

In genere in presenza di fori lisci (es. fori carotati), per assicurare una corretta adesione, salvo diversa indicazione della D.L. dovranno essere utilizzati opportuni formulati epossidici.

Le caratteristiche minime richieste in relazione allo specifico utilizzo (+ 20C) sono le seguenti:

Formulati epossidici ad iniezione per ancoraggi ed inghisaggi:

resistenza a flessione (DIN EN 196-1)	≥ 40	MPa	dopo 45 minuti
resistenza a compressione (DIN EN 196-1)	≥ 100	Mpa	dopo 45 minuti
resistenza a trazione (ISO 527)	≥ 18	MPa	dopo 24 ore
allungamento a rottura (ISO 527)	1.21	%	dopo 24 ore
modulo elastico (ISO 527)	3,60	Gpa	dopo 24 ore
densità	1,50	g/cm <sup>3</sup>	

Formulati epossidici fluidi per colata:

densità	1,40	g/cm <sup>3</sup>
resistenza a compressione (DIN EN ISO 604)	≥ 90	MPa
resistenza a flessione (UNI 7219)	≥ 47	MPa
resistenza a trazione (UNI 5819)	≥ 19	MPa
modulo elastico a trazione (UNI 5819)	5808	MPa
adesione Fe/Fe (ASTM D 1002)	≥ 7	MPa
adesione al cls (UNI 8298)	≥ 4,9	MPa
vita utile (gel time) (ASTM C 881)	1 h 30 min	
ritiro lineare (ASTM D2566)	0,0012	cm/cm

### Resine poliesteri e vinilesteri

Derivate dalla reazione di policondensazione dei glicoli con gli acidi polibasici e le loro anidridi, potranno essere usate sia come semplici polimeri liquidi sia in combinazione con fibre di vetro, di cotone o sintetiche o con calcari, gesso, cementi e sabbie.

Anche per le resine poliesteri valgono le stesse precauzioni, divieti e modalità d'uso enunciati a proposito delle resine epossidiche.

Ancorante chimico in vinilestere:

resistenza a flessione (DIN EN 196-1)	≥ 15 MPa	dopo 45 minuti
resistenza a compressione (DIN EN 196-1)	≥ 60 MPa	dopo 45 minuti
resistenza a trazione (ISO 527)	≥ 10 MPa	dopo 24 ore
allungamento a rottura (ISO 527)	0,47 %	dopo 24 ore
modulo elastico (ISO 527)	4,3 Gpa	dopo 24 ore
densità	1,70 g/cm <sup>3</sup>	

Preparazione dei supporti

Nella realizzazione di ancoraggi collaboranti, oltre all'inserimento delle armature richieste, il fondo deve essere perfettamente stagionato, esente da ritiri igrometrici, consistente, privo cioè di parti friabili o facilmente asportabili, pulito, scabro, possibilmente sabbato o martellinato a sasso vivo.

Quando l'ancoraggio viene praticato in fori, insufflare aria a pressione nei medesimi per asportare tutta la polvere di perforazione.

Realizzare diametri di perforazione sempre superiori di almeno 20 mm rispetto al diametro dell'armatura da inserire.

L'inserimento di reti o tondini d'armatura va effettuato in modo tale da garantire uno spessore di copriferro minimo di 30 mm.

*(ii) Ancoraggi con malta colabile*

Progettualmente, il sistema può essere prescritto per l'inghisaggio di:

- tiranti in tondino di acciaio ad aderenza migliorata in murature portanti
- perni collaboranti per armatura di solette e volte con caldana collaborante
- armature sussidiarie collaboranti all'interno di murature lesionate

Ancoraggio contrastato di:

- piastre di fondazione in carpenteria metallica
- sezioni di riempimento di sottomurazioni
- riempimenti di cavità e fessure su calcestruzzo e roccia

Il sistema prevede l'utilizzo di malta tecnologica strutturale iperfluida ad alta resistenza chimica (Classe AARS).

Dati tecnici (minimi)

Confezione sacco 25 kg

Spandimento impasto ≈ 200% EN 13395-1

Peso specifico impasto ≈ 2,29 kg/dm<sup>3</sup> UNI 7121

pH impasto ≥ 12

Durata dell'impasto (pot life) ≥ 30 min.

Temperature limite di applicazione da -15 °C a +50 °C

Espansione in fase plastica ≥ 0,5% UNI 8996

Spessore minimo ≥ 1 cm

Spessore max realizzabile ≤ 8 cm

### Prestazioni finali

- Modulo elastico statico a 28 gg  $\approx 32500 \text{ N/mm}^2$  EN 13412
- Adesione su calcestruzzo a 28 gg  $\geq 2 \text{ N/mm}^2$  EN 1542
- Resistenza a compressione a 24 h  $R_{ck} 33 \text{ N/mm}^2$  EN 12190
- Resistenza a compressione a 3 gg  $R_{ck} 43 \text{ N/mm}^2$  EN 12190
- Resistenza a compressione a 28 gg  $R_{ck} 60 \text{ N/mm}^2$  EN 12190
- Resistenza al taglio a 28 gg  $\geq 10 \text{ N/mm}^2$  EN 12615
- Resistenza alla carbonatazione  $K \leq 0,6 \text{ mm/anno}$ -0,5 Boll.cem 8/88- ICTS/TFB
- Resistenza ai solfati (espansione)  $\leq 0,04\%$
- Resistenza a gelo-disgelo con sali disgelanti:
- perdita in peso a 25 cicli  $\leq 1 \text{ mg/mm}^2$  RILEM CDC 2/77
- profondità scagliettatura a 25 cicli  $\leq 2 \text{ mm}$  RILEM CDC 2/77

### Preparazione dei supporti

Nella realizzazione di ancoraggi collaboranti, oltre all'inserimento delle armature richieste, il fondo deve essere perfettamente stagionato, esente da ritiri igrometrici, consistente, privo cioè di parti friabili o facilmente asportabili, pulito, scabro, possibilmente sabbiato o martellinato a sasso vivo.

Quando l'ancoraggio viene praticato in fori, insufflare aria a pressione nei medesimi per asportare tutta la polvere di perforazione.

Realizzare diametri di perforazione sempre superiori di almeno 20 mm rispetto al diametro dell'armatura da inserire.

L'inserimento di reti o tondini d'armatura va effettuato in modo tale da garantire uno spessore di copriferro minimo di 10 mm.

Accertarsi che siano sempre presenti ed eventualmente predisporre aperture o fori di sfiato opposti al punto di colatura o iniezione della malta per impedire la formazione interna di sacche d'aria.

Bagnare sempre a rifiuto i fondi e i fori di ancoraggio.

Preparare i supporti da inghisare o su cui andrà eseguito l'ancoraggio con l'asportazione delle parti incoerenti e della polvere ed irruvidire il fondo a sasso vivo. Inserire la nuova armatura collaborante, bagnare i supporti, eseguire il riempimento dei fori o il getto con una malta reoplastica strutturale iperfluida espansiva con caratteristiche di resistenza ai solfati classe AARS.

#### **3.12.4.2 Posizionamento della rete elettrosaldata di contrasto**

Quando si richiede l'utilizzo di rete di contrasto, questa dovrà essere ben ancorata al supporto; lo spessore minimo d'intervento non potrà essere inferiore a 35-40 mm, infatti la rete dovrà avere un copriferro di almeno 20 mm e dovrà essere distaccata dal supporto di almeno 10 mm mediante l'uso di distanziatori.

Nel caso sia previsto nel progetto l'utilizzo di rete elettrosaldata in barre d'acciaio inossidabile, questa dovrà avere le caratteristiche precisate in progetto.

#### **3.12.4.3 Preparazione delle superfici da ripristinare**

Per avere la certezza che il supporto sia pulito al momento dell'applicazione occorre effettuare la pulizia immediatamente prima dell'applicazione del materiale, dopo che tutte le altre operazioni di preparazione siano state ultimate.

Si dovranno pertanto asportare con i mezzi più opportuni le polveri e le parti incoerenti in fase di distacco eventualmente ancora presenti dopo l'asportazione meccanica del calcestruzzo,

l'ossido eventualmente presente sui ferri d'armatura, le impurità, le tracce di grassi, oli e sali aggressivi, ottenendo così una superficie composta da un conglomerato cementizio sano, pulito e compatto.

Per l'applicazione di materiali cementizi a ritiro compensato, occorre effettuare la pulizia della superficie di supporto mediante lavaggio con acqua in pressione (80-100 MPa e acqua calda nel periodo invernale).

L'operazione di pulizia con acqua in pressione, se eseguita immediatamente prima dell'applicazione del materiale, consente anche la saturazione del calcestruzzo, comunque necessaria per una corretta applicazione dei materiali a ritiro compensato (A, B, C, D, G, H, I). Per l'applicazione di malte cementizie polimero modificate e di malte di resina epossidica, la pulizia della superficie di supporto potrà essere effettuata mediante getto d'aria compressa, o d'acqua in pressione nel solo caso di malte che devono essere miscelate con acqua.

#### **3.12.4.4 Messa in opera delle miscele di ripristino**

##### *Uso di malte e betoncini premiscelati a ritiro compensato*

Le miscele a ritiro compensato sono fornite già premiscelate a secco; dovranno essere impastate in idonei miscelatori con il minimo quantitativo d'acqua<sup>6</sup> indicato dalla casa produttrice; saranno mescolate fino ad ottenere un impasto ben amalgamato e privo di grumi per almeno 4 o 5 min, aggiungendo eventualmente altra acqua qualora l'impasto non si presentasse di consistenza plastica<sup>7</sup> e comunque senza superare mai i quantitativi massimi d'acqua indicati dalla stessa casa produttrice, per evitare fenomeni di bleeding e di separazione, oltre alla diminuzione di tutte le prestazioni; nel caso di malte tipo B si aggiungerà il ritentore d'umidità. Non è consentita la miscelazione a mano poiché questa generalmente comporta un eccesso d'acqua nell'impasto. Per miscelare piccoli quantitativi dovrà essere impiegato un normale trapano con mescolatore a frusta.

Nel caso di malte e betoncini fibrorinforzati, le fibre saranno preconfezionate in pacchetti legati con colle idrosolubili o con altri sistemi che permettono la loro omogenea distribuzione nell'impasto.

La temperatura ottimale d'impiego delle malte reoplastiche è di circa 293 K; sono tuttavia accettabili temperature comprese tra 283 e 308 K.

Al di fuori di tale intervallo, l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo su autorizzazione della Direzione Lavori; a tal proposito si rammenta che nel caso in cui la temperatura dell'ambiente sia molto bassa (278÷283 K), lo sviluppo delle resistenze meccaniche è più lento. Qualora si richieda ugualmente un'elevata resistenza meccanica alle brevi stagionature, si devono adottare i seguenti provvedimenti:

- a) conservare il prodotto in ambiente riparato dal freddo;
- b) impiegare acqua calda (308÷323 K) per l'impasto;
- c) iniziare i getti nella mattinata;
- d) proteggere dall'ambiente freddo il getto coprendolo con teli impermeabili.

Se la temperatura dell'ambiente è molto elevata (303 K) l'unico problema esistente è la perdita di lavorabilità.

Qualora la perdita di lavorabilità sia eccessiva in relazione allo specifico tipo d'impiego, si consiglia di adottare i seguenti provvedimenti:

- a) conservare il prodotto in luogo fresco;

<sup>6</sup> Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati. Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.). L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto di sali disciolti inferiore ad 1g per litro. Il contenuto di ione cloruro nell'acqua dovrà tener conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 e successivi aggiornamenti. La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

<sup>7</sup> Nel caso di interventi che richiedano la realizzazione di superfici in pendenza (estradossi solette o cordoli) quando si applichino materiali del tipo C-D-G-H-I si dovranno utilizzare classi di consistenza S2-S3

b) impiegare acqua fresca, eventualmente raffreddata con ghiaccio tritato;

c) preparare la malta nelle ore meno calde della giornata;

d) nei climi asciutti e ventilati si raccomanda di porre particolare attenzione alla stagionatura.

Le malte dovranno essere messe in opera senza casseforme quando lo spessore del ripristino non superi in generale i 5 cm o quando ciò è espressamente previsto in progetto. Nel caso d'impiego di casseforme, ove richiesto, si eviteranno quelle di legno per la loro porosità.

#### *Uso di malte cementizie polimero modificate*

Le malte cementizie polimero modificate predosate a due componenti sono generalmente fornite complete di parte liquida e polvere che vanno miscelati fra di loro all'atto dell'impiego senza aggiungere acqua od altri ingredienti, escludendo quindi la possibilità d'errori sul cantiere con assoluta certezza e costanza dei risultati.

La miscelazione dei due componenti dovrà essere protratta sino ad ottenere un impasto ben amalgamato, privo di grumi.

Possono essere anche utilizzate malte monocomponenti in cui la miscelazione avviene aggiungendo acqua con modalità simili a quelle descritte per i materiali a ritiro compensato.

La temperatura ottimale d'impiego per le malte cementizie polimero modificate è di 293 K, tuttavia sono accettabili temperature comprese tra 278 e 313 K.

Fuori da tali intervalli l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo su autorizzazione della Direzione Lavori e con l'adozione di particolari accorgimenti indicati dal produttore.

La malta sarà applicata a strati successivi, nello spessore indicato dalle schede tecniche della casa produttrice, direttamente con rinzaffo a cazzuola o con idonea attrezzatura a spruzzo, oppure con fratazzo metallico esercitando una buona pressione e compattazione sul sottofondo. La rifinitura superficiale potrà essere ottenuta con fratazzo di spugna da passare alcuni minuti dopo l'applicazione, oppure con lisciatura a spatola metallica o dorso di cazzuola.

#### *Uso di malte di resina epossidica*

Le applicazioni dovranno essere fatte su supporto precedentemente preparato mediante sabbiatura e quindi ben pulito e privo di tracce di solventi e di disarmanti.

In via preliminare sarà richiesta l'applicazione di una mano d'attacco compatibile con fondi umidi e con la malta di ripristino, costituita da una sottile pellicola di resina pura, messa in opera mediante l'uso di pennelli e spazzole, alla quali si aggiungerà, a giudizio della Direzione Lavori, un'ulteriore strato di 2÷3 mm della stessa resina mista a filler.

Quando questa seconda mano avrà raggiunto consistenza plastica, si potrà mettere in opera la malta di resina epossidica.

Si introdurranno resina ed aggregati nel miscelatore e si mescolerà fino ad ottenere un impasto omogeneo.

Si dovrà tener presente l'influenza della temperatura e dello stato fisico del prodotto perché ciascuna resina epossidica ha una temperatura minima d'utilizzazione, indicata dalle case produttrici, che in genere si aggira intorno ai 278 K al di sotto della quale la polimerizzazione avviene lentamente ed in modo incompleto.

La miscelazione dei due componenti dovrà essere fatta solo meccanicamente con strumenti a lenta velocità di rotazione, al fine di evitare ogni inclusione d'aria.

Prima di mettere in opera l'impasto lo si lascerà maturare per evitare che le sue caratteristiche meccaniche decadano in seguito ad un possibile principio di separazione di fase che si manifesta con marezzature della superficie.

Potranno anche essere accettati, a giudizio della Direzione Lavori, prodotti premiscelati, per esempio di resina ed aggregati, a cui è sufficiente aggiungere il solo induritore.

Si eviterà in ogni modo che rimangano granuli di resina pura nella malta e di conseguenza si sconsiglia l'uso di comuni betoniere da conglomerato cementizio; indicativamente un

miscelatore con tazza mobile ruotante nel senso inverso a quello delle pale dovrebbe consentire una più intima adesione fra la resina e gli aggregati.

Questi ultimi saranno preferibilmente costituiti da sabbia calcarea di granulometria continua, asciutta e conservata al riparo dall'acqua; la sabbia calcarea è preferibile alla silicea per questi lavori in quanto conferisce alla malta un coefficiente di dilatazione termica più vicino a quello del conglomerato cementizio tradizionale.

La pezzatura massima degli aggregati sarà proporzionale alla dimensione del ripristino, in ogni caso non supererà i 5 mm.

La messa in opera avverrà con spatole entro il tempo di pot-life e si avrà cura di evitare ogni vibrazione del materiale una volta posto in opera.

*Usa di conglomerati cementizi reoplastici a stabilità volumetrica e ritiro compensato*

Il conglomerato cementizio a stabilità volumetrica e ritiro compensato è ottenuto miscelando in un normale mescolatore aggregati da conglomerato cementizio con uno speciale legante reoplastico a ritiro compensato in luogo del normale cemento.

Si ottengono in tal modo conglomerati cementizi ad elevata resistenza meccanica sino dalle fasi iniziali, a ritiro compensato, molto fluidi e non segregabili con un basso rapporto acqua/legante. È necessario che siano messi in opera entro 90 minuti dal loro confezionamento.

#### **3.12.4.5 Frattazzatura**

Dopo l'applicazione delle malte o dei betoncini, la superficie dovrà essere lisciata mediante frattazzatura. Tale operazione dovrà essere eseguita con molta cura per i materiali che sono miscelati con acqua; infatti una corretta frattazzatura è indispensabile per contrastare efficacemente la formazione di microfessure, derivanti dal ritiro plastico.

Per diminuire questo rischio tutte le malte che sono applicate a spruzzo od a rinzaffo devono essere provviste di fibre sintetiche poliacriliche.

La frattazzatura dovrà eseguirsi dopo un certo tempo dall'applicazione in funzione delle condizioni climatiche.

L'intervallo di tempo tra l'applicazione a spruzzo e la finitura con frattazzo è stabilito in funzione del primo irrigidimento della malta che si determina quando, appoggiando una mano sulla superficie, le dita non affondano ma lasciano una leggera impronta sull'intonaco.

#### **3.12.4.6 Stagionatura**

Una corretta stagionatura è fondamentale per evitare la formazione di fessure dovute all'immediata evaporazione di parte dell'acqua d'impasto sotto l'azione del sole e del vento.

Le malte tissotropiche (A, B ed E) non richiedono stagionatura umida se non in condizioni termoigrometriche particolarmente severe (venti secchi).

È invece assolutamente necessario mantenere umide per alcune ore, dopo il getto, le superfici esposte all'aria dei conglomerati a ritiro compensato colabili (C, D, G, H ed I), impiegando acqua nebulizzata oppure prodotti antievaporanti da applicarsi a spruzzo subito dopo terminata l'operazione di messa in opera.

La copertura con il curing sarà tanto più rapida quanto più caldo e secco è il clima (il curing potrà essere evitato se si usano malte con microfibre di poliacriliche).

Non sarà consentito l'impiego di fogli di polietilene trasparente per impedire l'evaporazione dell'acqua in quanto questi ultimi ostacolano la dispersione del calore d'idratazione che può provocare fessure per dilatazione termica.

Circa il tipo di prodotto di curing, per la maturazione dei getti si dovrà tenere conto del fatto se la superficie debba o no ricevere ulteriori getti di finitura o di proseguimento dei lavori.

In tal caso si dovrà verificare che il materiale da applicare sulla pellicola dell'agente di curing indurito sia in grado di aderirvi.

Nel caso di successive applicazioni di rivestimenti protettivi o di trattamenti d'impermeabilizzazione, dovranno essere utilizzati prodotti antievaporanti che, dopo pochi giorni dall'applicazione, si polverizzino e siano di facile asportazione mediante lavaggio con acqua in pressione.

L'eventuale protezione delle strutture ripristinate potrà essere eseguita dopo la maturazione del materiale d'apporto (indicativamente 14 d dall'esecuzione dei ripristini stessi e comunque in funzione delle condizioni ambientali).

### **3.12.5 Prove e controlli**

Come già indicato nel punto 19.3 i materiali destinati al ripristino/adeguamento delle strutture, per la loro accettazione, dovranno essere sottoposti a prove prima dell'impiego e dovranno attenersi alle specifiche prestazionali. In caso contrario dovranno essere sostituiti.

Comunque in corso d'opera le prove dovranno essere ripetute con la frequenza ritenuta necessaria dalla Direzione Lavori.

Qualora dalle prove risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli indicati nelle tabelle 19.3a, 19.3b e 19.3c o previsti in progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una verifica della sicurezza statica dell'elemento strutturale in fase di ripristino/adeguamento. Nel caso che tale verifica dia esito positivo il materiale sarà accettato ma sarà applicata una penale.

Qualora i valori risultassero minori di oltre il 10% rispetto a quelli richiesti e nel caso in cui sussistano contemporaneamente più difetti, qualunque siano i valori di scostamento riscontrati rispetto alle previsioni progettuali, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla rimozione dei materiali già posti in opera ed al loro ripristino.

Le superfici ripristinate dovranno essere controllate a campione mediante bagnatura (almeno il 5% per superfici estese e almeno 10% per superfici limitate), per ogni elemento strutturale, per verificare l'eventuale presenza di microfessure.

In caso si evidenziassero microfessure occorrerà estendere il controllo all'intera superficie riparata per la quale, se l'incidenza dell'area fessurata risulterà inferiore al 20% dell'area totale d'intervento, sarà applicata una penale; se superiore, l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, alla rasatura (tale intervento avrà in genere uno spessore medio di 3 mm; sarà realizzato utilizzando una malta cementizia polimero modificata premiscelata, tissotropica del tipo E1, previa preparazione del supporto mediante sabbiatura o idrosabbiatura, la malta dovrà essere applicata preferibilmente a spruzzo con intonacatrice, l'applicazione con spatola è consentita per interventi d'estensione limitata) e alla protezione con filmogeni, di tipologia da concordare con la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista. La verifica d'ottenimento dell'adesione in opera si otterrà con il controllo al martello, con campionamento secondo il criterio indicato per le microfessure. In caso si evidenziassero superfici risonanti, occorrerà estendere il controllo all'intera superficie riparata e l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, all'asportazione ed al rifacimento delle superfici risultate non idonee.

## **3.13 Sistemi protettivi per strutture in conglomerato cementizio**

### **3.13.1 Protettivi filmogeni - generalità**

In funzione del tipo di struttura, dell'elemento da proteggere e dell'ambiente, il progetto indicherà il sistema da adottare, in accordo con le specifiche delle presenti Norme.

Nei paragrafi seguenti sono individuati i requisiti, le caratteristiche e le prestazioni, con le relative fasi esecutive e di controllo del sistema protettivo prescelto.

### 3.13.1.1 Requisiti e metodi di prova

Nella tabella sono indicati i requisiti ed i corrispondenti metodi di prova mediante i quali è possibile la caratterizzazione prestazionale dei sistemi protettivi filmogeni.

Tabella - Requisiti dei sistemi protettivi e metodi di prova utilizzati

Requisiti	Metodo di prova
Impermeabilità all'acqua	UNI 8202 parte 21
Resistenza al vapor d'acqua **	Metodo DIN 52615
Impermeabilità alla CO <sub>2</sub>	Metodo DIN 52615 modificata
Impermeabilità allo ione Cl <sup>-</sup>	Metodo TEL
Aderenza al calcestruzzo	Adhesion tester ASTM
Resistenza all'irraggiamento UV	ASTM G 53 (QUV)
Resistenza all'abrasione*	ASTM D 4060
Deformabilità elastica **	UNI 8202/8
Resistenza a cicli gelo-disgelo	Metodo Autostrade* * *

\* Requisito non richiesto per opere d'arte

\*\* Requisiti non richiesti per strutture a contatto con acqua

\*\*\*Nel caso di strutture a contatto con acqua si utilizza il metodo ASTM C 666

### 3.13.1.2 Accettazione e specifiche prestazionali dei sistemi protettivi

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione tecnica, controfirmata dal Produttore, dei materiali che intende impiegare, affinché si possa dedurre la piena rispondenza del prodotto ai requisiti ed alle prestazioni richieste.

La Direzione Lavori in tempo utile rispetto al programma lavori controllerà la rispondenza di detti requisiti, potendo comunque prescrivere, a cura e spese dell'Impresa, l'esecuzione di prove, sui campioni di materiali forniti, indicando il Laboratorio presso il quale effettuare le prove; successivamente potranno essere richieste ulteriori verifiche su campioni di normale fornitura prelevati in cantiere.

Le Società Produttrici devono possedere certificazione di qualità ai sensi della normativa UNI EN ISO 9001 e possedere un manuale della Qualità.

### 3.13.1.3 Caratteristiche e prestazioni del sistema filmogeno per la protezione d'opere d'arte

Il sistema protettivo sarà costituito da un primer epossipoliamicidico e da una finitura a base d'elastomeri poliuretani alifatici applicata con differenti spessori in funzione del grado di protezione richiesto.

Il suddetto sistema protettivo sarà caratterizzato dai seguenti spessori e prestazioni:

- Strato d'adesione di spessore secco pari a 50 µm;
- Strato di finitura di spessore secco, realizzato con una o due mani rispettivamente di 200 e 400 µm, a secondo del tipo di protezione richiesta: media o elevata;
- Aspetto dello strato di finitura di colore grigio cemento, RAL 7032 o 7035, secondo indicazione della Direzione Lavori;
- Aderenza al calcestruzzo  $\geq 3,5$  N/mm<sup>2</sup>;
- Deformabilità elastica con allungamento a rottura  $\geq 400\%$ ;
- Impermeabilità all'acqua con assenza di permeazione ad una pressione di 500 KPa;
- Impermeabilità alla CO<sub>2</sub> con fattore di resistenza  $\mu_{CO_2} \geq 0,5 \times 10^6$ , al quale corrisponde uno spessore d'aria equivalente (R):

- $R > 220$  m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a  $450 \mu\text{m}$ ;
- $R > 120$  m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a  $250 \mu\text{m}$ ;
- Permeabilità allo ione  $\text{CL}^- < 7 \text{ g}/(\text{m}^2 \times 24 \text{ h})$ ;
- Resistenza al vapore d'acqua con fattore  $\mu_{\text{vapore}} \leq 0,8 \times 10^4$  al quale corrisponde uno spessore d'aria equivalente (Sd):
  - $\text{Sd} \leq 3,6$  m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a  $450 \mu\text{m}$ ;
  - $\text{Sd} \leq 2$  m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a  $250 \mu\text{m}$ ;
- Resistenza all'irraggiamento UV elevata;
- Resistenza cicli gelo-disgelo in base alla prova di durabilità su campioni di conglomerato cementizio standard:
  - $> 40$  cicli, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a  $450 \mu\text{m}$ ;
  - $> 18$  cicli, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a  $250 \mu\text{m}$ .

#### ***3.13.1.4 Caratteristiche e prestazioni del sistema filmogeno per la protezione di strutture a contatto con acqua***

La protezione sarà costituita da un sistema componente rigido epossipoliamicidico da applicarsi con differenti spessori in funzione del grado di sollecitazione idrodinamica.

Tale sistema bicomponente rigido epossipoliamicidico dovrà essere caratterizzato dai seguenti spessori e prestazioni:

- Strato d'adesione di spessore secco pari a  $50 \mu\text{m}$ ; realizzato mediante l'utilizzazione di un primer epossipoliamicidico;
- Strato di finitura realizzato in due mani con un prodotto epossipoliamicidico di spessore secco di  $400$  o  $600 \mu\text{m}$  in funzione delle caratteristiche idrauliche e del grado di protezione richiesto;
- Aspetto dello strato di finitura di colore grigio cemento, RAL 7032 o 7035, secondo indicazione della Direzione Lavori;
- Aderenza al calcestruzzo  $\geq 3,5 \text{ N}/\text{mm}^2$ ;
- Impermeabilità all'acqua con assenza di permeazione ad una pressione di  $500 \text{ KPa}$ ;
- Resistenza all'abrasione  $< 50 \text{ mg}$ , secondo ASTM D 4060;
- Impermeabilità alla  $\text{CO}_2$  con fattore di resistenza  $\mu_{\text{CO}_2} \geq 1,2 \times 10^6$ , al quale corrisponde uno spessore d'aria equivalente (R):
  - $R > 780$  m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a  $650 \mu\text{m}$ ;
  - $R > 540$  m, per uno spessore totale del sistema protettivo pari a  $450 \mu\text{m}$ ;
- Permeabilità allo ione  $\text{CL}^- < 3 \text{ g}/(\text{m}^2 \times 24 \text{ h})$ ;
- Resistenza a cicli di gelo-disgelo  $> 45$  cicli.

#### ***3.13.1.5 Preparazione del supporto e modalità d'applicazione del sistema protettivo***

La preparazione del calcestruzzo di supporto dovrà essere eseguita mediante sabbiatura seguita da pulizia con aria compressa immediatamente prima della applicazione:

- su conglomerati cementizi nuovi per eliminare i disarmanti ed aprire i pori superficiali;
- su conglomerati cementizi vecchi per eliminare le parti aventi scarsa coesione, scarsa aderenza e per eliminare dalla superficie esterna della struttura eventuali contaminanti.

La Direzione Lavori si riserva comunque di approvare i risultati ottenuti dalla preparazione del supporto. Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del rivestimento protettivo in opera.

Il tempo intercorrente tra l'applicazione di strati successivi dovrà essere conforme a quanto riportato sulle schede tecniche del prodotto.

L'applicazione dovrà avvenire preferibilmente a spruzzo mediante airless; è consentita l'applicazione a pennello od a rullo solo nel caso di protezione di superfici d'estensione limitata. Lo spessore del sistema protettivo indicato nel progetto si intende sempre come spessore di film secco.

Il prodotto non deve provocare inconvenienti d'alcun genere agli applicatori che comunque durante la miscelazione e l'applicazione dovranno indossare guanti, occhiali ed idonei indumenti di lavoro.

In particolare il prodotto non deve contenere idrocarburi clorurati, metanolo, benzene ed altre sostanze d'analogia o maggiore tossicità.

#### **3.13.1.6 Prove, controllo delle prestazioni e degli spessori, penali**

In corso d'opera le prove potranno essere ripetute con la frequenza richiesta dalla Direzione Lavori.

Qualora dalle prove eseguite, anche su materiali posti in opera, risultassero valori inferiori rispetto a quelli richiesti, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla sostituzione e/o alla rimozione dei materiali già posti in opera. In corso d'opera la Direzione Lavori effettuerà controlli dello spessore sul film umido<sup>8</sup> della singola mano applicata con le seguenti modalità:

- misura dello spessore mediante "pettine" d'idonea graduazione secondo le specifiche della ASTM D 4414 (o D 1212);
- per superfici globali da proteggere inferiori a 2000 m<sup>2</sup> almeno una serie di 20 misure;
- per superfici globali da proteggere superiori a 2000 m<sup>2</sup> almeno una serie di 40 misure;
- la serie di misure sarà, se possibile, omogeneamente distribuita sulla superficie da verificare ed il suo valore medio non dovrà essere minore di quello di progetto.

Nel caso risulti un valore medio inferiore allo spessore di progetto, l'Impresa, a sua cura e spese, provvederà ad integrare lo spessore mancante mettendo in atto tutti gli accorgimenti necessari per la buona riuscita dell'integrazione.

#### **3.13.2 Protettivi impregnanti**

Il trattamento impregnante di superfici di conglomerato cementizio, sia orizzontali che verticali, sarà eseguito con prodotto a base epossidica modificata, applicato a spruzzo o a rullo in funzione delle condizioni atmosferiche, con particolare riferimento al vento, diluendolo in acqua con un consumo medio di 300÷400 g di prodotto secco per metro cubo di superficie trattata; sarà dato in passate successive fino ad un massimo di tre, in funzione delle prove d'assorbimento e fino a rifiuto del conglomerato cementizio.

Il trattamento sarà preceduto dalla preparazione della superficie da trattare, fino a completa rinvivatura, mediante sabbiatura con aspirazione delle polveri.

##### **3.13.2.1 Caratteristiche dei prodotti costituenti il ciclo e norme per l'esecuzione dei lavori**

Il ciclo dovrà essere composto da una o più mani di prodotto impregnante monocomponente o bicomponente da applicare in quantità da stabilire di volta in volta in base a prove d'assorbimento effettuate sul supporto da proteggere ed in funzione del grado di viscosità del prodotto da applicare.

Il prodotto deve avere caratteristiche osmotiche ed essere costituito da una miscela di sostanze chimiche che non conferiscano né colore né spessore superficiale al manufatto.

<sup>8</sup> Lo spessore di film umido, corrispondente allo spessore di film secco previsto in progetto, si ottiene moltiplicando lo spessore di film secco per 100 e dividendo per il valore dei solidi in volume del prodotto da applicare (derivato dalla scheda tecnica del prodotto), il valore ottenuto verrà arrotondato alla decina.

### 3.13.2.2 Caratteristiche dei componenti fondamentali

A - Veicolo:

il veicolo deve essere essenzialmente costituito da una resina sintetica; nella formulazione dell'impregnante base possono essere inclusi agenti antisedimentari, antischiumogeni, ecc.

La protezione fornita dalle sostanze attive dell'impregnante dovrà essere di tipo chimico, tale da annullare l'effetto degli ioni aggressivi che penetrano all'interno del conglomerato cementizio.

### 3.13.2.3 Caratteristiche chimico fisiche del ciclo protettivo costituito da sostanze impregnanti

Permeabilità all'acqua:

la prova esamina la possibilità o meno che il prodotto impregnante costituisca barriera alla diffusione del liquido (H<sub>2</sub>O).

Condizione di prova:

- temperatura 296 K ± 2 K;
- pressione d'esercizio della colonna d'acqua 0,5 bar;
- durata 72 h.

Valore da riscontrare:

- diffusione presente

Assorbimento acqua:

La prova esamina attraverso la determinazione del valore d'assorbimento acqua, relativo ad una superficie unitaria, le caratteristiche osmotiche intrinseche dell'impregnante.

Condizioni di prova

Temperatura 296 K ± 2 K;

Durata 24 h;

Valore da riscontrare 40% - 60% (\*)

(\*)Valore da riferire a quello riscontrato sul supporto non trattato.

Shock termico:

La prova esamina il comportamento del manufatto trattato alle temperature ed allo sbalzo termico, con intervallo di tempo ridotto.

I campioni di prova sono immersi per 1/3 della loro altezza in una soluzione salina costituita da cloruri e solfati.

Ciclo termico:		
-	60 min. alla temperatura di	243 K ± 2 K;
-	60 min. alla temperatura di	323 K ± 2 K
-	Numero dei cicli	20

Determinazioni eseguite al termine dei cicli termici:

Perdita in peso ≤ 2%

Controllata la rispondenza del trattamento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso.

La Direzione Lavori potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche chimico fisiche di composizione e d'applicazione.

Qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori rispetto a quelli richiesti, l'Impresa dovrà provvedere, a sua totale cura e spese, all'applicazione di materiali integrativi al fine di rendere la struttura inattaccabile agli agenti atmosferici.

### 3.13.3 Protettivi strutturali

Sono definiti protettivi strutturali quelle sostanze che modificano la struttura chimica e/o fisica del conglomerato cementizio in modo tale da renderlo meno attaccabile agli agenti aggressivi, aumentandone nel contempo la resistenza meccanica.

Risultati di questo tipo si ottengono impregnando i manufatti con monomeri organici che polimerizzano all'interno della struttura in conglomerato cementizio, (conglomerato cementizio polimero impregnato - C.P.I.), oppure usando cementi di composizione chimica resistente agli agenti aggressivi insieme ad additivi e a formulazioni granulometriche che riducano al minimo la macro e la micro porosità del conglomerato cementizio.

Lo spessore delle protezioni di questo tipo non è mai corticale come nei casi precedenti, ma è esteso per alcuni centimetri della parete esterna del manufatto nel caso C.P.I., oppure riguarda l'intero manufatto nel secondo caso.

L'accettazione di simili tipi di protezione è subordinata alla resistenza di manufatti campione protetti con il C.P.I. o costituiti con miscele antidegrado.

La forma e le dimensioni del campione non sono rilevanti ai fini dei risultati; indicativamente si useranno cubi o cilindri con dimensione massima minore o uguale a 20 cm che potranno essere appositamente fabbricati o prelevati da manufatti già esistenti, in opera. (Ciò potrà servire anche ai fini del controllo delle lavorazioni).

I campioni di prova sono immersi per 1/3 della loro altezza in una soluzione salina costituita da cloruri e solfati.

Ciclo termico:		
-	60 min. alla temperatura di	243 K $\pm$ 2 K;
-	60 min. alla temperatura di	323 K $\pm$ 2 K
-	Numero dei cicli	20

Determinazioni eseguite al termine dei cicli termici: perdita in peso  $\leq$  1%

Qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori rispetto a quelli richiesti, l'Impresa dovrà provvedere, a sua totale cura e spese, all'applicazione di materiali integrativi al fine di rendere la struttura inattaccabile agli agenti atmosferici.

### 3.14 Impermeabilizzazioni

#### 3.14.1 Norme Generali

Tutti i materiali per impermeabilizzazione dovranno rispondere ai requisiti prescritti dalle rispettive Norme di accettazione.

Particolare cura dovrà essere posta nella preparazione delle superfici da impermeabilizzare; eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici.

Dovranno avere adeguate pendenze per un regolare sgrondo delle acque e presentarsi sane, regolari, perfettamente pulite, assenti da oli, grassi, polveri e prive di residui di boiaccia o di malta cementizia, di prodotti disarmanti, di preesistenti impermeabilizzazioni.

Le superfici dovranno essere asciutte e stagionate per almeno venti giorni per assicurare una buona adesione del manto impermeabilizzante.

A questo fine la superficie dovrà essere sabbiata e/o bocciardata, anche quando siano stati eseguiti precedenti interventi di ripristino con l'impiego di betoncini o calcestruzzi reoplastici a ritiro compensato.

A questi interventi preparatori dovrà seguire un'accurata pulizia delle superfici interessate anche mediante idrolavaggi (preferibilmente in periodi caldi o asciutti) e conseguente energica soffiatura con aria compressa.

L'esecuzione delle impermeabilizzazioni dovrà essere eseguita con la massima accuratezza, specialmente in prossimità di fori, passaggi, canne ecc.; il convogliamento delle acque meteoriche ai pluviali sarà assicurato mediante idonei pezzi speciali fissati a livello della soletta in calcestruzzo mediante l'impiego di stucchi epossidici al manto impermeabile e muniti di griglia parafoglie. L'impermeabilizzazione dovrà interessare anche le zone dei bocchettoni di scarico delle acque superficiali, ricoprendoli nell'area dei risvolti; non si dovranno in nessun modo danneggiare le attrezzature di smaltimento preesistenti e/o ricostruite.

Le riprese di lavoro dovranno essere ridotte al minimo, salvo le esigenze particolari; in ogni caso dovrà essere assicurata una perfetta adesione tra vecchia e nuova membrana.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato).

Dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 MPa in permeametro, a 333 K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

Le strutture sovrastanti gli strati impermeabili dovranno essere eseguite dopo il perfetto consolidamento degli strati stessi.

Eventuali perdite che si manifestassero sino a collaudo eseguito, dovranno essere sanate ed eliminate dall'Impresa a suo totale carico, compreso ogni lavoro di ripristino delle eventuali sovrastrutture.

L'Impresa dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni dei materiali che intende adottare per essere sottoposti, a cura e spese della stessa, alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

Potranno essere prelevati anche tasselli già posti in opera su cui effettuare le prove di laboratorio su zone scelte a caso.

Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche richieste, i materiali saranno rifiutati e l'Impresa dovrà allontanarli a sua cura e spese.

### **3.14.2 Manto di impermeabilizzazione realizzato con membrana elastica continua in materiale sintetico epossipoliuretano**

#### **3.14.2.1 Primer di adesione**

Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliamminoalifatico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.

#### **3.14.2.2 Membrana impermeabilizzante sintetica elastica continua spruzzata in opera**

La membrana impermeabilizzante elastica continua dovrà essere costituita da un copolimero epossipoliuretano con presenza attiva di un terzo polimero elastomerico. Il prodotto deve polimerizzare entro le 24 h dal termine della stesa alle condizioni di temperatura  $T > 293$  K ed UR  $65\% \pm 5\%$ . Il materiale applicato dovrà, a polimerizzazione avvenuta, avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche salvo diversa prescrizione progettuale:

- Densità relativa (riferita al prodotto A+B polimerizzato):  $1,15 \pm 0,05$  kg/dm<sup>3</sup> (UNI 89-1970)
- Durezza superficiale:  $90 \pm 5$  Shore "A" (UNI 4916-74)
- Resistenza a sollecitazione per trazione: minimo 6 MPa (UNI 8202 par. 8°)
- Allungamento percentuale a trazione: minimo 80% (UNI 8202 par. 8°)
- Elasticità: massimo 15% (verificata come deformazione residua a trazione) (UNI 8202 par. 10°)
- Resistenza alle basse temperature: integrità per avvolgimento su mandrino cilindrico fino a  $T = 253$  K (UNI 8202 par. 15°)
- Adesione al supporto cementizio: minimo 3 MPa e per valori inferiori purché risulti una rottura coesiva del supporto (riferito alla superficie di prova) almeno pari al 60% della superficie (ASTM 2197-68).

#### **3.14.2.3 Mano d'attacco per il collegamento della membrana impermeabile con la sovrastante pavimentazione**

La mano d'attacco tra membrana e pavimentazione dovrà essere costituita da un bitume modificato con polimeri SBS-R da spruzzare a caldo ( $T > 453$  K) in ragione di circa 0,8 kg/m<sup>2</sup> e le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso) salvo diverse disposizioni progettuali.

#### **3.14.2.4 Modalità di applicazione**

Si provvederà, al fine di garantire una perfetta adesione tra membrana e supporto, alla stesa del "primer" applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura, in quantità comprese tra 0,20 e 0,25 kg/m<sup>2</sup>. Tale stesa si dovrà estendere a tutta la superficie interna dei cordoli ed anche sulla superficie orizzontale degli stessi, qualora essi non siano già stati protetti con guaine bituminose per effettuare il montaggio dei parapetti New Jersey prima dell'impermeabilizzazione dell'impalcato.

Sulla superficie così pretrattata si dovrà procedere all'applicazione della membrana epossipoliuretano elastomerica mediante idonee apparecchiature automontate ed automatiche che garantiscano, oltre che potenzialità di lavoro adeguata, il controllo dei quantitativi di stesa. L'impermeabilizzazione deve essere continua ed omogenea su tutta la superficie superiore dell'impalcato, compresi i cordoli nella parte verticale interna, nella superficie orizzontale e con piccolo risvolto (3-5 cm) sul paramento verticale esterno.

Anche eventuali canalette per cavi devono essere integralmente rivestite come le superfici esposte dei cordoli.

La realizzazione della membrana dovrà essere fatta mediante l'applicazione di un quantitativo di prodotto medio di 3,4-3,6 kg/m<sup>2</sup> (spessore secco 3,0 mm) tale da garantire un'elevata

protezione all'azione delle acque meteoriche e degli agenti aggressivi in soluzione (sali fondenti antigelo). La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

La posa in opera dell'intero ciclo impermeabilizzante non sarà effettuata quando, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni meteorologiche saranno tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 283 K.

Non prima di 12 h dal termine della stesa della membrana impermeabile, nel caso di temperature > 293 K, dovrà seguire l'accurata ed uniforme applicazione della mano di attacco e di collegamento alla pavimentazione nella quantità di 0,8 kg/m<sup>2</sup>.

Detto materiale dovrà essere spruzzato anche sulla parte verticale interna dei cordoli che sarà coperta dalla pavimentazione.

### **3.14.3 Manto di impermeabilizzazione realizzato, mediante cappa di mastice di asfalto**

#### **3.14.3.1 Materiali**

L'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte sarà realizzata mediante applicazione per colata di cappe di mastice di asfalto colato di spessore finito non inferiore a 10 mm.

Il mastice d'asfalto dovrà avere la seguente composizione:

- il legante previo idoneo primer compatibile con il legante utilizzato, dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40-50 e Trinidad Epureè in rapporto di 5 a 2 in peso.

In alternativa potranno essere usati, previa approvazione della Direzione Lavori, altri bitumi naturali, quali il Selenitza o gomme termoplastiche, del tipo E le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso).

I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione.

Il legante sarà dosato in ragione del 15-19% in peso sulla miscela degli inerti (corrispondenti al 13-16% in peso sulla miscela finale), compreso il bitume contenuto nel Filler asfaltico. Il bitume 40-50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra -0,1 e +0,1 calcolato secondo la formula:

$$IP = \frac{20u - 500v}{u + 50v}$$

in cui:

v = log 800 - log penetrazione a 298 K

u = temperatura di P.e.A in K detratti 298 K

- Filler:

dovrà essere passante totalmente al setaccio 0,18 mm UNI (ASTM n. 80) e per il 90% al setaccio 0,075 mm UNI. (ASTM n. 200, granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30÷35% in peso sullo miscela degli aggregati.

Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela bitume 40-50/filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, abbia un punto di rammollimento P.A. almeno 15 K superiore a quello del bitume puro;

- Sabbia:

dovrà essere totalmente passante al setaccio 2,5 mm UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata da 0,075 a 2,5 mm (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0,075 mm UNI), contenuta per il 65-70% in peso sulla miscela di inerti;

- Miscela finale:

la parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (v) compresa tra il 18 ed il 23%.

Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre un'eccedenza compresa tra il 5 ed il 7% ( $V_b - V = 5-7$  in cui  $V_b$  è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale).

Il mastice completo confezionato nel rispetto delle Norme sopra esposte dovrà avere nelle prove di laboratorio un punto di rammollimento alla prova Wilhelmi (Norma DIN 1966) compreso tra 373 e 388 K.

Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa potrà presentare valori compresi tra 373 e 403 K.

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, per la necessaria approvazione, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie nonché campioni del prodotto finito e dei materiali componenti compresi i primer, in modo che su di essi possano essere effettuati preventivamente tutte le prove previste nelle presenti Norme. La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato processo di produzione su scala reale e comunque rientranti in tutti i limiti espressi in precedenza.

La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo ed uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 10 mm e max di 14 mm, da verificare mediante prelievo di campioni.

#### **3.14.3.2 Modalità di preparazione del mastice di asfalto colato**

La confezione del mastice di asfalto colato sarà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla Direzione Lavori, di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire.

Tassativamente si prescrive che il dosaggio del legante, del filler e delle sabbie debba essere fatto a peso.

Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere seguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione.

1^ procedura

a) Premiscelazione degli inerti, compreso il filler, a temperatura di 483÷503 K.

b) Aggiunta del bitume nella corretta percentuale preventivamente portato alla temperatura di 423÷433 K.

c) Mescolazione dell'impasto per almeno 5 min.

d) Scarico dell'impasto in un'apposita caldaia (cooker) coibentata, munita di sistema di riscaldamento e di apposito agitatore.

e) Mescolazione dell'impasto nella caldaia, per un tempo non inferiore a 30 min, alla temperatura di 473÷483 K, al fine di ottenere un'intima miscelazione del bitume con il filler.

2^ procedura

a) Introduzione nella caldaia del filler e del bitume, dosati separatamente a peso e miscelazione alla temperatura di 473 K, per almeno 30 min, fino ad ottenere un'intima miscelazione del bitume con il filler.

b) Aggiunta delle sabbie preventivamente asciugate e riscaldate e mescolamento a temperatura di 473÷483 K, fino ad ottenere un impasto perfettamente omogeneo ed uniforme.

La procedura da adottare sarà scelta subordinatamente alla preventiva autorizzazione della Direzione Lavori; in ambedue i metodi di confezionamento occorre che le apparecchiature di

riscaldamento siano tali da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed il filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.

Qualora la confezione non sia fatta sul luogo della stesa, il trasporto del mastice sarà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anche esse di agitatore meccanico ed apposito impianto di riscaldamento.

### **3.14.3.3 Modalità di applicazione**

Le superfici di calcestruzzo da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane ed asciutte, esenti da oli, grassi, polveri e prive di residui di boiaccia o di malta cementizia; prima dell'applicazione del mastice si dovrà procedere ad un'accurata pulizia dell'impalcato, mediante bocciardatura eseguita con idonea macchina avente potenza non inferiore ad 80 CV, spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.

Eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici. Seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito, a giudizio della Direzione Lavori, da emulsione bituminosa al 50÷55% o da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P.e A. 358÷363 K), in opportuni solventi selettivi di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo dell'evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed un'elevata penetrazione nella soletta.

Le quantità da stendere saranno di 0,5-0,7 kg/m<sup>2</sup> salvo diverse prescrizioni progettuali. Sul primer sarà posto in opera, dopo evaporazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto, mediante colamento del materiale a temperatura di 473 K ( $\pm 24$  K); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con fratazzi di legno. La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

Per stese di una certa estensione l'applicazione può essere eseguita a macchina con finitrici particolarmente studiate ed attrezzate, sottoposte a preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La posa in opera del mastice non sarà effettuata quando, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque, quando la temperatura esterna sia inferiore a 283 K.

Il mastice d'asfalto deve essere steso, per quanto possibile, con uno spessore costante, per cui tutte le irregolarità della soletta dovranno essere portate a livello, affinché le stesse non si ripercuotano sulla cappa.

In seguito, dopo il completamento dell'impermeabilizzazione, a discrezione della Direzione Lavori, si dovrà procedere ad una risagomatura della soletta mediante stesa di un sottile strato di conglomerato bituminoso realizzato con inerti calcarei di granulometria appropriata; successivamente si procederà con la stesa della pavimentazione definitiva.

Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei calcestruzzi di soletta), dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso.

In ogni caso si dovrà avere cura che la temperatura dello strato di conglomerato bituminoso, all'atto della stesa non sia inferiore a 413 K in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.

Sulla parete interna dei cordoli dovrà essere applicata a caldo, previa mano di primer di ancoraggio, una guaina bituminosa preformata dello spessore di 4÷5 mm, armata con geotessile non tessuto in poliesteri del peso non inferiore a 300 g/m<sup>2</sup>.

La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25 cm rispettivamente sulla cappa di mastice di asfalto e sul coronamento di cordolo.

### **3.14.4 Manto di impermeabilizzazione continuo realizzato in opera con bitume modificato con elastomeri ed armato con tessuto non-tessuto**

#### **3.14.4.1 Materiali**

Il manto impermeabile continuo sarà costituito dai seguenti materiali:

- Primer, dovrà essere impiegato bitume con modifica tipo "soft" spruzzato a caldo a temperature non inferiori a 453 K ( $\pm 18$  K), le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso).
- Legante, sarà costituito da bitume modificato con polimeri di tipo C, le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso).
- Armatura, sarà costituita da tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene coesionato mediante agugliatura meccanica, calandrato e stabilizzato ai raggi UV. Le caratteristiche del geotessuto dovranno essere:
  - peso del tessuto non tessuto  $\geq 300$  g/m<sup>2</sup>;
  - resistenza alla rottura per trazione e allungamento a rottura, a 293 K non inferiore a 400 N (ASTM-D1682);
  - allungamento a rottura 5,5% (ASTM-D 1682);
  - perfetta adesione ed impregnabilità con le masse bituminose descritte in precedenza.

Salvo diverse prescrizioni progettuali.

#### **3.14.4.2 Modalità esecutive**

Si provvederà al fine di garantire una perfetta adesione tra manto impermeabile e supporto, alla stesa del primer applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura.

Sulla superficie così pretrattata sarà realizzato il manto impermeabile costituito da un'armatura di tessuto non tessuto applicato sulla mano di legante stesa in precedenza, nella quantità di 1,0 - 1,5 kg/m<sup>2</sup>, salvo diversa prescrizione progettuale, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Successivamente, dopo la stesa del tessuto non tessuto, sarà applicata una seconda mano di legante.

La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

### **3.14.5 Manto di impermeabilizzazione continuo, realizzato con guaine preformate costituite da bitumi modificati con elastomeri ed armate con geotessile non tessuto in poliestere**

L'impermeabilizzazione dovrà essere realizzata con guaine bituminose preformate, armate con geotessile non tessuto in poliestere, aventi le caratteristiche riportate nel seguito.

#### **3.14.5.1 Materiali**

- Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliamminoalifatico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.
- La massa bituminosa della guaina sarà costituita indicativamente da bitume leggermente polimerizzato, in quantità non superiore al 70% in peso della massa costituente il legante, mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume.

Potranno in alternativa essere usati altri tipi di elastomeri e plastomeri purché compatibili con il bitume e con le temperature di fabbricazione e messa in opera.

Dovrà essere escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale.

La massa bituminosa costituente la guaina dovrà rispondere alle caratteristiche riportate di seguito:

- punto di rammollimento P.e A.  $> 423$  K;

- punto di rottura Frass 258 K;
- penetrabilità DOW a 288 K (con peso 100 g a 289 K) 20÷30 dmm.

La non rispondenza a quanto sopra comporterà il rifiuto delle guaine.

- L'armatura delle guaine sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo agglomerato mediante agglutatura.

Saranno ammesse anche guaine con armatura mista in geotessile non tessuto in poliestere e rete o velo in fibra di vetro (o altro materiale non putrescibile).

Dalle prove di qualificazione, dovranno risultare i seguenti valori:

- peso (UNI 5114) > 300 g/m<sup>2</sup>
- resistenza a trazione su striscia di 5 cm (UNI 8639) > 18 kN/m
- allungamento (UNI 8639) > 60%
- lacerazione (UNI 8279/9) > 0,5 kN
- punzonamento (UNI 8279/9) > 3 kN
- inalterabilità all'azione anche prolungata di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microrganismi;
- perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa.
- Le guaine impermeabili preformate dovranno avere l'armatura in posizione asimmetrica rispetto alla massa bituminosa (posta a 0,5 mm dalla superficie a contatto con il conglomerato bituminoso della pavimentazione).

Le guaine dovranno essere sottoposte preliminarmente a prove dalle quali dovrà risultare la rispondenza ai requisiti sottoelencati:

- massa areica (UNI 8202/7):
    - . guaina di spessore non minore di 5 mm > 5,500 kg
    - . guaina di spessore non minore di 4 mm > 4,500 kg
  - resistenza a trazione (UNI 8202/8):
    - . longitudinale > 18 kN/m
    - . trasversale > 16 kN/m
  - resistenza a lacerazione (UNI 8202/9):
    - . longitudinale 0,16 kN
    - . trasversale 0,17 kN
  - punzonamento statico (UNI 8202/11):
    - . classe di resistenza/carico supportato su sfera diam. 10 mm
    - su supporto rigido Ps4/> 25 kg
    - su supporto non rigido Ps4/> 25 kg
  - flessibilità a freddo su mandrino (UNI 8202/15) 263 K
  - scorrimento a 343 K (UNI 8202/16) < 1 mm
  - impermeabilità all'acqua (UNI 8202/21) > 100 kPa
- Salvo diverse prescrizioni progettuali.

### **3.14.5.2 Modalità di posa in opera**

Eseguiti gli interventi preparatori descritti al punto 23.0 seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito da bitumi di tipo C, le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso), applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 5 mm e larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso di 300 g/m<sup>2</sup>, salvo diverse prescrizioni progettuali, sarà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla soletta, quando la temperatura media diurna dell'aria sia superiore ai 283 K.

Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Nel caso invece di guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm, sarà posta in opera previa spalmatura, su primer di attacco alla soletta, di 1 kg/m<sup>2</sup> di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina. La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.

In ambedue i casi la loro adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

#### **3.14.6 Con cartonfeltro bitumato**

L'impermeabilizzazione è costituita da due strati di cartonfeltro bitumato ricoperto a doppio bagno, del peso cadauno non inferiore a 1,2 kg/m<sup>2</sup>, alternati con tre spalmature di bitume ad alto punto di fusione, dato a caldo, in ragione di 1,2 kg/m<sup>2</sup> per ogni spalmatura. Il peso complessivo dell'impermeabilizzazione dovrà risultare mediamente di 6 kg/m<sup>2</sup>.

Quando il manto è posto al piede di murature e/o tramezzi dovrà avere una larghezza eccedente almeno 10 cm per parte il loro spessore.

#### **3.14.7 Con membrane prefabbricate a base bituminosa**

L'impermeabilizzazione è costituita da membrane prefabbricate a base bituminosa, disposte ad uno o due strati ed armate con tessuto non tessuto in poliestere o con teli di fibre di vetro.

La massa bituminosa sarà costituita indicativamente per il 70% in peso da bitume leggermente polimerizzato mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume; avrà le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento P.e A. 403÷413 K
- punto di rottura Frass 288 K
- penetrazione con peso di 100 g a 298 K: 2÷3 mm.

L'armatura, in relazione alle previsioni progettuali, sarà costituita da:

- tessuto non tessuto del peso di 300 g/m<sup>2</sup> in fibre di poliestere ad alto titolo e tenacità solidamente collegate tra loro mediante legamento per agugliatura;
- velo in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/m<sup>2</sup>;
- tessuto in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/m<sup>2</sup>.

La finitura superficiale delle membrane sarà di tipo: normale; granigliata; autoprotetta con lamina gofrata di alluminio ricotto titolo 99,5% colore naturale di spessore di 0,08 mm; con lamina gofrata di rame ricotto titolo 99,5% colore naturale spessore di 0,08 mm, come da scelte progettuali.

Il peso delle membrane, per quelle armate in tessuto non tessuto in poliestere e per quelle armate con tessuto di fibra di vetro e autoprotette con lamine metalliche sarà di almeno 4 kg/m<sup>2</sup>; per quelle armate con velo di fibra di vetro sarà di 3 kg/m<sup>2</sup>. Le membrane saranno applicate a fiamma previa pulizia del supporto e spalmatura di primer a base bituminosa, sovrapponendo i bordi dei teli per almeno 5 cm.

Nel manto costituito da doppio strato di membrane, il secondo strato sarà applicato a fiamma incrociato rispetto al primo.

#### **3.14.8 Con fogli di PVC o di gomma sintetica (Hypalon)**

L'impermeabilizzazione è costituita da fogli in PVC o in gomma sintetica (Hypalon), come da scelte progettuali, dello spessore di 1,2÷1,3 mm, posti in opera con giunti sovrapposti per almeno 10 cm e saldati ad aria calda o mediante solvente.

Le operazioni di saldatura dovranno essere realizzate in tre fasi: puntatura dei teli; formazione di un primo cordone di saldatura; saldatura definitiva a tenuta idraulica ottenuta mediante un secondo cordone di saldatura.

I fogli in PVC (cloruro di polivinile), plastificato e stabilizzato ai raggi ultravioletti, saranno armati con tessuto in poliestere o fibra di vetro.

I fogli in gomma sintetica (Hypalon), da porre in opera, previa impregnazione del sottofondo con appositi adesivi, dovranno essere accoppiati con un feltro in fibra sintetica dello spessore di 0,4 mm.

I manti dovranno essere risvoltati, fissandoli sul coronamento perimetrale con profilati estrusi in alluminio di adeguata sezione e sagomati per farli aderire alla struttura sottostante; l'acqua meteorica sarà convogliata ai pluviali mediante pezzi speciali saldati e muniti di griglie parafoglie; particolare cura dovrà essere posta nella realizzazione dei raccordi con le strutture emergenti dal manto (lucernari, canne fumarie ecc.) utilizzando opportuni collari.

Sarà inoltre onere dell'Impresa procedere a prove di tenuta dei giunti.

### **3.14.9 Con fogli di PVC e coibentazione in pannelli di poliuretano espanso**

Il manto è costituito da un primo strato di tessuto non tessuto del peso di 300 g/m<sup>2</sup>; una barriera antivapore in poliestere di spessore > 0,5 mm; un secondo strato di tessuto non tessuto del peso di 300 g/m<sup>2</sup>; uno strato coibente dello spessore complessivo di 50 mm a doppio ordine di pannelli rigidi di poliuretano espanso della densità di 35 kg/m<sup>3</sup> posti in opera a giunti sfalsati; uno strato impermeabile in PVC dello spessore di 1,5 mm, rinforzato con tessuto in poliestere o velo in fibra di vetro e stabilizzato ai raggi UV.

### **3.14.10 Con membrana composita impermeabilizzante a base di bentonite sodica**

Il telo bentonitico è una membrana composita impermeabilizzante a base di bentonite sodica, multistrato così composta:

- strato esterno tessuto (trama e ordito) in polipropilene ad alta resistenza al punzonamento ed alla trazione (tessuto scuro);
- uno strato di bentonite sodica naturale ad altissimo indice di rigonfiamento;
- lato d'interfaccia tessuto non tessuto in polipropilene spessorato ed impregnato sull'estradosso con bentonite sodica in polvere (tessuto chiaro).

I tre strati sono fittamente agugliati: questo garantisce resistenza agli agenti atmosferici fino al confinamento del telo bentonitico con calcestruzzo o terreno.

Il risultato di queste esclusive lavorazioni è un telo impermeabile autosigillante, resistente agli agenti atmosferici in fase di posa, perfettamente aderente alla struttura, autoriparante e con ottima resistenza meccanica.

#### **3.14.10.1 Impermeabilizzazione platee di base con telo bentonitico**

Il fondo scavo verrà ragguagliato con magrone di pulizia accuratamente lisciato a frattazzo, sul quale verranno appoggiati i casseri di fondazione e di zavorra.

L'impermeabilizzazione del piano di fondazione sarà eseguita con guaina bentonitica da posare sopra un magrone di pulizia, all'intradosso della superficie da impermeabilizzare, garantendo un adeguato risvolto di attesa per le pareti verticali.

La posa in opera dovrà rispettare un sormonto minimo di 20 cm tra i teli, sfalsando i sormonti adiacenti di almeno 30 cm e mantenendo le sovrapposizioni ad una distanza minima di 25 cm dalle riprese di getto più vicine. Il prodotto dovrà essere fissato con chiodi d'acciaio e rondelle in polietilene, con frequenza di almeno un punto ogni 70 cm.

In tutte le riprese e sormonti dei teli sarà previsto l'utilizzo di una pasta bentonitica specificatamente formulata per eseguire sigillature, stuccature e riparazioni dei teli stessi, secondo le indicazioni del produttore, chimicamente e meccanicamente compatibili con i teli forniti.

Dati tecnici (valori minimi)

I teli saranno dimensioni 2,50x30 m, o 5x30 m, spessore >4 mm (certificato a secco, EN 964/1), e saranno costituiti da un accoppiamento a sandwich di tre strati di "Tessuto-Non-Tessuto" contenente bentonite sodica naturale dal peso complessivo di 5330 g/m, in quantità  $\geq 5 \text{ Kg/mq}$ , avente un coefficiente di permeabilità  $K = 2 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$ , una portata idraulica  $< 6 + 10^{-9} \text{ mc/mq/s}$  (ASTM D 5887) un limite di liquidità  $LL > 500\%$ , permeabilità radiale nulla, Resistenza a Punzonamento statico:  $\geq 1.500 \text{ N}$ ;  
Resistenza alla trazione:  $\geq 10 \text{ KN/m}$   
Tensione di spellamento tra geotessili  $t \geq 30 \text{ N/10 cm}$   
o altri di pari o superiori caratteristiche.

**3.14.10.2 Impermeabilizzazione parete controterra/controcassero con telo bentonitico**

L'impermeabilizzazione delle pareti contro terra effettuata tramite posa di teli bentonitici si esegue fissando contro cassero in legname con chiodature d'acciaio e rondelle in polietilene, con frequenza di almeno 1 punto ogni 60 cm infittendo sui sormonti in modo da evitare spostamenti durante il getto o la rimozione delle successive delle palancole. Il telo delle pareti dovrà essere raccordato per sormonto con quello proveniente dalla zattera di fondazione, adeguatamente fissato con chiodi d'acciaio e rondelle in polietilene, con frequenza di almeno un punto ogni 60 cm.

In tutte le riprese e sormonti dei teli sarà previsto l'utilizzo di una pasta bentonitica specificatamente formulata per eseguire sigillature, stuccature e riparazioni dei teli stessi, secondo le indicazioni del produttore, chimicamente e meccanicamente compatibili con i teli forniti.

Dati tecnici (valori minimi)

I teli saranno dimensioni 2,50x30 m, o 5x30 m, spessore >4 mm (certificato a secco, EN 964/1), e saranno costituiti da un accoppiamento a sandwich di tre strati di "Tessuto-Non-Tessuto" contenente bentonite sodica naturale dal peso complessivo di 5330 g/m, in quantità  $\geq 5 \text{ Kg/mq}$ , avente un coefficiente di permeabilità  $K = 2 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$ , una portata idraulica  $< 6 + 10^{-9} \text{ mc/mq/s}$  (ASTM D 5887) un limite di liquidità  $LL > 500\%$ , permeabilità radiale nulla, Resistenza a Punzonamento statico:  $\geq 1.500 \text{ N}$ ;  
Resistenza alla trazione:  $\geq 10 \text{ KN/m}$   
Tensione di spellamento tra geotessili  $t \geq 30 \text{ N/10 cm}$   
o altri di pari o superiori caratteristiche.

**3.14.10.3 Sigillatura riprese di getto con cordone bentonitico (Waterstop)**

Nell'interfaccia delle riprese di getto delle opere di fondazione la tenuta all'acqua verrà ottenuta con un Waterstop costituito da un cordone bentonitico idroespansiva con espansione volumetrica superiore al 100% in immersione in acqua. La superficie del calcestruzzo, al momento dell'applicazione del cordone, deve essere pulita e solida. Rimuovere il latte di cemento ed eliminare eventuali detriti depositati durante le operazioni di getto.

Il cordolo sarà fissato ogni 30 cm con chiodi di acciaio mentre, se la superficie è irregolare è preferibile impiegare un adesivo poliuretano o equivalente. La posa del cordone va eseguita immediatamente prima del getto, fissando il cordolo in mezz'ora alla sezione dei getti e comunque a non meno di 10cm dal bordo del getto; le giunzioni avvengono per accostamento dei capi, senza sovrapposizione, per almeno 10 cm.

Dati tecnici (valori minimi)

Forma: nastro preformato  
Dimensione (mm): 20x25  
Composizione miscela (in peso) 25% gomma butilica  
75% Bentonite di Sodio

Durata illimitata

Massa volumica (ASTM D71) (g/cm<sup>3</sup>): > 1,6

Solubilità in acqua: insolubile

Proprietà principale: espande quando viene a contatto con acqua

Conservazione: 24 mesi negli imballi originali chiusi immagazzinati in luogo asciutto

Temperatura di applicazione: da -15°C a +50°C

Tempo di attesa prima di effettuare il getto: non richiesto

Espansione in acqua dopo 96 ore (4 giorni): > 425 (%)

### **3.14.11 Barriera antivapore**

La barriera antivapore sarà ottenuta mediante fogli di polietilene dello spessore > 0,5 mm; avrà giunti sovrapposti per almeno 10 cm che saranno sigillati con nastro biadesivo o sistemi equivalenti.

### **3.14.12 Geotessile**

Lo strato separatore sarà realizzato in geotessile del peso minimo di 300 g/m<sup>2</sup>, in fibre di poliestere a filo continuo aventi le caratteristiche riportate nell'Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.. Sarà fissato al piano di posa mediante punti di bitume e i giunti fra i teli saranno sovrapposti per almeno 5 cm.

### **3.14.13 Impermeabilizzazioni vasche**

#### **3.14.13.1 Con applicazione di vernici**

Le impermeabilizzazioni del fondo e delle pareti interne delle vasche in c.a. di accumulo dell'acqua saranno realizzate con applicazione di vernice monocomponente a base di clorocaucciù data in tre mani per uno spessore complessivo non inferiore a 0,3 mm, previa preparazione del fondo effettuata mediante sabbiatura e stuccatura delle eventuali lesioni o cavillature.

#### **3.14.13.1 Con applicazione di speciale boiacca cementizia (rivestimento cementizio)**

Le impermeabilizzazioni del fondo e delle pareti interne delle vasche in c.a. di accumulo dell'acqua saranno realizzate con un sistema di impermeabilizzazione di superfici in calcestruzzo con protezione chimica delle armature, mediante fornitura e posa di speciale boiacca cementizia (rivestimento cementizio) a pennello, spruzzo o spazzolone, su superfici bagnate a rifiuto, in ragione di 1-1,6 kg/mq., in una o due mani, tipo "PENETRON® STANDARD", i cui additivi chimici in miscela con cemento e quarzo causano un'azione catalitica con i composti minerali solubili della matrice in calcestruzzo che genera una formazione cristallina dentritica non solubile all'interno dei pori e dei capillari della matrice, fino ad una profondità che dipende dalla presenza continua di umidità; creando una barriera all'acqua ed ai contaminanti chimici anche in presenza di pressioni idrostatiche negative molto alte.

#### Dati tecnici (valori minimi)

- Penetrazione su cls (in presenza di acqua) dopo 15 giorni di maturazione (al microscopio elettronico) circa: 5 cm
- Penetrazione su cls (in presenza di acqua) dopo 56 giorni di maturazione (al microscopio elettronico) circa: 30 cm

- Test di permeabilità all'acqua dopo 28 giorni (CRD-C-48-73):  $< 1,9 \times 10^{-14}$  cm/sec (prima del trattamento  $1,8 \times 10^{-11}$  cm/sec)
- Test di permeabilità all'acqua sotto pressione (CRD-C-48-73): 16 bar (1,54 Mpa o 232 PSI)
- Test di resistenza chimica (ASTM C 267-77): pH3 - pH11
- Resistenza alle radiazioni (ASTM N 69-1967): non ci sono effetti a radiazioni gamma =  $> 5,76 \times 10^4$  Rads
- Resistenza a compressione dopo 28 giorni:  $> 6\%$
- Pontage di fessurazioni con crescita cristallina (in presenza di acqua):  $< 0,4$  mm
- Non tossico: Approvato dall'Europea Union Environmental Lic. (BS 6920: Section 2.5 – 16 CFR 1500)
- Approvato per uso con acqua potabile: D.M. 174-2004 e D.L. 31-2001

### 3.15 Acciaio per c.a. e c.a.p.

#### 3.15.1 Generalità

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. del 14/01/2008).

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. in vigore.

I controlli di accettazione in cantiere sono da eseguirsi sui lotti di spedizione. I lotti di spedizione sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

Le forniture di acciaio recanti la Marcatura CE, dovranno in fase di accettazione possedere la marcatura stessa e essere accompagnate dal Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile. Sarà onere del Direttore dei Lavori verificare che gli acciai rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale e il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto. L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo. Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate dai documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

Il Direttore dei Lavori in fase di accettazione, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore. Tutto il carico non conforme rifiutato sarà immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso.

Premesso che, si definisce Centro di trasformazione un impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Se il materiale prodotto, prima di giungere al cantiere viene lavorato da un centro di trasformazione, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata da:

- dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;

- attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Anche in questo caso il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Tutto il carico non conforme rifiutato sarà immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso.

Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità. Il produttore è tenuto a marciare ogni singolo pezzo, ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marchiatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.) il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

### **3.15.2 Acciaio per cemento armato in barre e rotoli - B450C – B450A**

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

Sui campioni vengono determinati, a cura del laboratorio incaricato, i valori delle tensioni di snervamento e rottura  $f_y$  e  $f_t$  allungamento  $A_{gt}$  ed effettuate le prove di piegamento.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa ed inviati, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale. Il Direttore dei Lavori o il tecnico di sua fiducia dovrà assicurarsi, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati secondo la norma UNI EN ISO 15630-1: 2004, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente:

Caratteristica	Valore limite	NOTE
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450-25) N/mm <sup>2</sup>

$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450x(1,25+0,02)] N/mm <sup>2</sup>
$A_{gt}$ minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
$A_{gt}$ minimo	$\geq 2,0\%$	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t/f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore.

Se anche dalla ripetizione delle prove, secondo le indicazioni del D.M. in vigore, risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà il lotto non idoneo, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarlo dal cantiere e il risultato sarà segnalato al Servizio Tecnico Centrale.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dal D.M. in vigore, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonchè sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del D.M. e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme del D.M. in vigore e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

### **3.15.3 Reti e tralicci in barre di acciaio elettrosaldate**

Le reti e i tralicci saranno in barre di acciaio del tipo B450C e B450A, di diametro compreso rispettivamente tra 6 e 16 mm per il tipo B450C e tra 5 e 10 mm per l'acciaio di tipo B450A. L'interasse delle barre non deve superare 330 mm.

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati su tre saggi ricavati da tre diversi pannelli nell'ambito di ciascun lotto di spedizione. Dovranno essere determinati i valori di tensione di snervamento, tensione di rottura, dell'allungamento e della resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel D.M. in vigore.

### **3.15.4 Zincatura a caldo degli acciai**

#### **3.15.4.1 Qualità degli acciai da zincare a caldo**

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo  $0,03 \div 0,04\%$  oppure compreso nell'intervallo  $0,15 \div 0,25\%$ . Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di saldabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto I della Norma UNI 6407/88 per gli acciai di qualità Fe B 400 S e Fe B 500 S.

#### **3.15.4.2 Zincatura a caldo per immersione**

##### ***Trattamento preliminare***

Comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento a  $400 \div 430$  K.

##### ***Immersione in bagno di zinco***

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI 2013/74, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.

Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra  $710 \div 723$  K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.

Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di  $610 \text{ g/m}^2$  di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di  $85 \mu\text{m} \pm 10\%$ .

Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.

##### ***Finitura ed aderenza del rivestimento***

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.

Dovrà essere aderente alla barra in modo da non poter essere rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

##### ***Verifiche***

I controlli e, di conseguenza, la relativa verifica delle caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche deve essere effettuata sul prodotto finito, dopo il procedimento di zincatura, con le stesse modalità e prescrizioni relative agli acciai normali.

Oltre alle prove previste ai precedenti punti per gli acciai normali, dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni delle presenti Norme Tecniche. In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Impresa ad un'accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura.

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate e l'Impresa dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese.

Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI 5741/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a  $610 \text{ g/m}^2 \pm 10\%$  la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a  $610 \text{ g/m}^2 - 10\%$  la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI 5743/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni. Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata;
- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma sarà applicata una penale al lotto che non possiede i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate, sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

#### ***Certificazioni***

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, secondo le Norme di cui al DM in vigore, dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove è effettuato il trattamento di zincatura.

#### ***Lavorazione***

Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera.

Quando la zincatura è effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura ed i tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bicomponente dello spesso mre di  $80 \div 100 \mu\text{m}$ .

#### **3.15.5 Acciai inossidabili**

Gli acciai inossidabili per armature di c.a. dovranno essere di tipo austenitico ed avere un basso contenuto di carbonio; gli stessi secondo la classificazione AISI, saranno identificabili con le sigle 304L e 316L.

Il tipo di acciaio inox da utilizzarsi sarà stabilito nel progetto.

Le caratteristiche minime, chimiche e meccaniche degli acciai inossidabili per c.a. sono indicate nelle seguenti tabelle 1n e 2n:

TABELLA 1n (caratteristiche chimiche)

Sigla AISI	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo
304L	$\leq 0,03\%$	$\leq 2,0\%$	$\leq 1,0\%$	$\leq 0,045\%$	$\leq 0,03\%$	18 ÷ 20	8 ÷ 12	-

316L	≤ 0,03%	≤ 2,0%	≤ 1,0%	≤ 0,045%	≤ 0,03%	18 ÷ 20	8 ÷ 12	2 ÷ 3
------	---------	--------	--------	----------	---------	---------	--------	-------

TABELLA 2n (caratteristiche meccaniche)

Sigla AISI	Ftk MPa	Ftk MPa	A 5 %	HRB
304L	≥ 540	≥ 430	≥ 12	≥ 79
316L	≥ 540	≥ 430	≥ 12	≥ 79

Dovranno inoltre risultare positivi gli esiti delle seguenti prove:

- piegamento e raddrizzamento su mandrino;
- indice di aderenza eseguito secondo il metodo "Beam Test".

Le giunzioni tra le barre dovranno essere realizzate tramite l'impiego di manicotti filettati, anch'essi in acciaio inox, avente le stesse caratteristiche delle barre sottoposte ad unione.

Tutti gli acciai inossidabili approvvigionati, dovranno essere provvisti di certificazione d'origine, attestante le caratteristiche chimiche e meccaniche del materiale; ad ogni carico giunto in cantiere la Direzione Lavori provvederà ad effettuare il prelievo di una campionatura per ogni diametro, che sarà inviato ad un laboratorio per le prove, di cui all'art. 20 della Legge 5 novembre 1971 n. 1086.

### 3.15.6 Acciaio per c.a.p.

#### 3.15.6.1 Fili, barre, trefoli

L'acciaio per c.a.p. deve essere controllato in stabilimento per lotti di produzione, secondo le norme di cui al D.M. in vigore. Tutte le forniture dovranno essere accompagnate dalla documentazione prevista dal D.M. in vigore e dovranno essere munite di un sigillo o etichettatura sulle legature con il marchio del produttore.

Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi.

I fili di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante e non dovranno essere piegati durante l'allestimento dei cavi.

Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzati con nastro adesivo ad intervallo di 70 cm.

Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80÷100 cm.

I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.

Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea, si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili e pieghe. E' tollerata un'ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto.

I controlli in cantiere sono obbligatori e devono essere eseguiti in ragione di un prelievo di 3 saggi provenienti da lo stesso lotto di spedizione di massimo 30t, ed appartenenti ad una stessa categoria, mediante prove eseguite presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Verranno determinati i corrispondenti valori minimi di fpt, fpy, fp(1), fp(0,1).

I campioni saranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa ed inviati, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale. Il Direttore dei Lavori o il tecnico di sua fiducia dovrà assicurarsi, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera dei lotti di spedizione sottoposti all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

I valori minimi di fpt, fpy, fp(1) e fp(0,1) determinati vanno confrontati con i corrispondenti valori caratteristici garantiti dal produttore. I risultati delle prove sono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se nessuno dei valori minimi sopra indicati è inferiore ai corrispondenti valori caratteristici garantiti dal produttore.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore.

Se anche dalla ripetizione delle prove, secondo le indicazioni del D.M. in vigore, risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà il lotto non idoneo, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarlo dal cantiere e il risultato sarà segnalato al Servizio Tecnico Centrale.

Qualora la fornitura di cavi preformati provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dal D.M. in vigore, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonchè sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

#### ***3.15.6.2 Cavo inguainato monotrefolo***

Dovrà essere di tipo compatto, costituito da trefolo in fili di acciaio a sezione poligonale, controllati in stabilimento, rivestito con guaina tubolare in polietilene ad alta densità, intasata internamente con grasso anticorrosivo ad alta viscosità, stabile ed idoneo all'uso specifico.

Le caratteristiche dell'acciaio, i controlli, lo spessore della guaina dovranno essere conformi a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche e a quanto riportato negli elaborati di progetto. L'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il sistema proposto per l'ingrassaggio, l'infilaggio e l'eventuale sostituzione dei trefoli.

#### ***3.15.6.3 Ancoraggi dell'armatura di precompressione***

Gli ancoraggi terminali dell'armatura di precompressione dovranno essere conformi ai disegni di progetto, composti essenzialmente da piastre di ripartizione e apparecchi di bloccaggio.

Per i cavi inguainati monotrefolo le piastre di ripartizione dovranno essere in acciaio zincato, a tenuta stagna; i cappellotti di protezione terminali dovranno essere zincati e provvisti di guarnizione in gomma antiolio, da calzare sui cilindretti e fissare con viti zincate ai terminali riempiti con grasso dopo la tesatura dei trefoli.

#### ***3.15.7 Acciai provenienti dall'estero***

L'accettazione di prodotti provenienti dall'estero è subordinata al rispetto da parte dei produttori delle stesse procedure previste per i controlli in stabilimento dei prodotti nazionali.

Per i prodotti provenienti da paesi della Comunità Economica Europea, nei quali sia in vigore una certificazione di idoneità tecnica riconosciuta dalle rispettive autorità competenti, l'accettazione è subordinata, in alternativa, al riconoscimento dell'equivalenza della procedura adottata nel paese di origine da parte del Ministero dei Lavori Pubblici.

Per le caratteristiche degli acciai ed i controlli in cantiere, si richiama quanto precedentemente stabilito nelle presenti Norme Tecniche.

### 3.16 Acciaio per carpenteria

#### 3.16.1 Generalità

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche della legge 05/11/1971 n. 1086 «Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche» (DM in vigore); della legge 02/02/1974 n. 64 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche» (D.M. 19/06/1984, D.M. 29/01/1985, D.M.LL.PP 24/01/1986, D.M. 04/05/1986 e relative istruzioni) e di tutte le leggi e Decreti Ministeriali inerenti le Norme di costruzione di manufatti in zona sismica.

Per la realizzazione di strutture metalliche e strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+.

Le forniture di acciaio recanti la Marcatura CE, dovranno in fase di accettazione possedere la marcatura stessa e essere accompagnate dal Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile. Sarà onere del Direttore dei Lavori verificare che gli acciai rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

Per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE, tutte le forniture, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale e il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto. L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo. Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate dai documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

Il Direttore dei Lavori in fase di accettazione, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore. Tutto il carico non conforme rifiutato sarà immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso.

Premesso che, si definiscono Centri di trasformazione, nell'ambito degli acciai per carpenteria metallica, i centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo, i centri di prelaborazione di componenti strutturali, le officine di produzione di carpenterie metalliche, le officine di produzione di elementi strutturali di serie e le officine per la produzione di bulloni e chiodi.

Se il materiale prodotto, prima di giungere al cantiere viene lavorato da un centro di trasformazione, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata da:

dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;

attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata. Anche in questo caso il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Tutto il carico non conforme rifiutato sarà immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso.

Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Tutte le forniture dovranno essere marchiate o eventualmente possedere cartellini identificativi con il marchio del produttore.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controfreccce di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura. L'Impresa dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto delle saldature e le loro tecnologie di esecuzione alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. in vigore e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

In particolare oltre al controllo visivo al 100%, per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori.

### **3.16.2 Collaudo tecnologico dei materiali**

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni.

A tale scopo è fatto obbligo all'Impresa di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo.

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della legge 05/11/1971 n. 1086.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali.

La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.

Si precisa che tutti gli acciai dei gradi B, C, D, da impiegare nelle costruzioni dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza.

Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Impresa, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Di questo verbale sarà consegnato l'originale alla Direzione Lavori.

Un'altra copia sarà conservata dall'Impresa che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo.

### **3.16.3 Controlli in corso di lavorazione**

L'Impresa è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio.

L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori.

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Impresa dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi di cui al precedente titolo "Generalità");
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina.

La Direzione Lavori dovrà inoltre procedere alla verifica del controllo del peso delle reazioni vincolari.

I controlli in cantiere, sono obbligatori e devono essere eseguiti effettuando un prelievo di almeno 3 saggi, di cui almeno uno sullo spessore massimo ed uno sullo spessore minimo, per ogni lotto di spedizione, di massimo 30t.

I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025 ovvero delle tabelle del D.M. in vigore per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per le caratteristiche chimiche. Ogni singolo valore della tensione di snervamento e rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari.

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dal D.M. in vigore, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonchè sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

In particolare l'Impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione.

Possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;

- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare.

I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;

- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;

- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;

- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

Entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;

- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;

- i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;

- di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri:  $D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27$  mm;

- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per l'intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;

- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

### **3.16.4 Montaggio**

L'Impresa sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà essere comunque atto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente fossero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;

- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, e tramvie, ecc.;

- per le interferenze con servizi di soprassuolo e di sottosuolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio delle strutture, si dovrà porre la massima cura per evitare che siano deformate o soprasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette, tenuto conto tra l'altro che tutte le strutture, prima di essere trasferite

a piè d'opera, devono essere trattate in officina con sabbiatura ed una mano di primer. Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la contro-freccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. in vigore, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiate a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave idraulica purché questo sia controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore a tre mesi.

Per ogni unione con bulloni l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio sul numero di bulloni indicato dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso a tutti i bulloni.

Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

Per i cavalcavia l'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che sia interrotto il traffico sulla sede autostradale, salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione Lavori.

#### **3.16.4.1 Strutture portanti**

Le strutture portanti (pilastri, travi, ecc.), di qualsiasi sezione e dimensione anche composte a traliccio, comprendono anche la bulloneria, le piastre, i collegamenti strutturali e gli ancoraggi anche con impiego di malte reoplastiche antiritiro, le opere murarie.

Saranno finite mediante:

- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e verniciatura a due mani con ciclo "A";
- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e verniciatura a tre mani con ciclo "B";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata dei singoli componenti, sgrassatura e verniciatura ad una mano con ciclo "C";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata dei singoli componenti, sgrassatura e verniciatura a tre mani con ciclo "D".

Le strutture saranno realizzate nei colori, tipologie e dimensioni come indicate in progetto.

#### **3.16.5 Verniciature**

##### **3.16.5.1 Generalità**

Ai sensi di quanto previsto dal D.M. in vigore e di quanto riportato al capitolo 10 delle norme UNI EN 1090-1, tutte le superfici delle strutture in acciaio dovranno essere protette contro la

corrosione; la realizzazione della protezione potrà avvenire mediante uno dei due cicli di verniciatura definiti nel presente articolo a seconda che trattasi di superfici in vista o di superfici interne (da prevedersi solo nel caso di cassoni chiusi) o superfici in vista di predalles metalliche in acciaio tipo "cor-ten".

Entrambi i cicli saranno preceduti da un'accurata preparazione mediante sabbiatura.

Particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione all'interno dei giunti.

Non saranno accettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Impresa l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee. Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati.

Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto.

Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato.

Tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 h dall'applicazione.

Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione.

Per entrambi i cicli: quello per le superfici in vista e quello per le superfici interne, l'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori:

In officina, a lavorazioni ultimate:

a. Sabbiatura di tutte le superfici;

- Applicazione a pennello su tutte le zone che presentano tagli e saldature;

- Applicazione di uno strato di 150 $\mu$  ad airless di vernice ferromicacea alluminio "Surface Tollerant".

b. In opera, ad avvenuto completamento del montaggio:

- Spazzolatura delle zone da ritoccare;

- Ritocchi con il primo strato del ciclo, spessore equivalente;

- Applicazione strato di finitura.

E' consentito per le zone di giunti bullonati ad attrito la sabbiatura e la verniciatura con zincante inorganico di spessore consono al coefficiente di attrito richiesto a progetto e che dovrà essere adeguatamente certificato con prove di scorrimento.

### ***3.16.5.2 Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie***

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di 0,500 kg cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto.

Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto.

Si provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di fiducia e verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Impresa alla applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sottoposti a prova.

L'Impresa è tenuta a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato per un periodo di sette anni.

La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia.

Nel detto periodo l'Impresa resta obbligata ad eseguire, a propria cura e spese, i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza. Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'Impresa sarà tenuta ad eseguire, a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera.

L'Impresa è tenuta inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

### **3.16.5.3 Preparazione delle superfici**

#### **( i ) Sabbature**

Si procederà preliminarmente alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo.

Successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici.

Si effettuerà quindi la sabbatura a metallo quasi bianco di grado A Sa 2½ degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra 0,025 e 0,050 mm.

A sabbatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere.

Le superfici sabbate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 h dalla sabbatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine.

Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Impresa.

#### **( ii ) Spazzolatura**

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla spazzolatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo.

Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer.

La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council).

Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri.

Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di 8 h dalla spazzolatura.

### **3.16.5.4 Cicli di verniciatura**

I cicli, tanto per superfici in vista che per quelle interne sono composti da due strati, rispettivamente di primer e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer ad avvenuto completamento del montaggio delle strutture.

#### ***Ciclo per superfici esterne - Tabella 26 A -***

Esecuzione in officina a lavorazione ultimata:

Sabbiatura grado SA 2½.

Applicazione a pennello di uno strato di vernice del primo strato del ciclo su saldature, tagli e spigoli.

Applicazione mediante airless di uno strato di 150µ di vernice bicomponente alluminio "Surface Tollerant.

Contenuto solido ≥ 80%.

- temperatura minima di applicazione -5° ;
- Sovraverniciatura (con umidità relativa > 50%):

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
-5°	60 h
0°	36 h
10°	22 h
15°	16 h
25°	9 h
40°	6 h

Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c - Spazzolatura delle superfici da ritoccare al grado ST 3, incluse saldature eventualmente eseguite in opera;

d - Applicazione a pennello di uno strato della vernice di I° strato ai danneggiamenti preparati ed applicazione ad airless fino al raggiungimento dei 150µ richiesti.

e - applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base poliuretanic isocianico alifatica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,050 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido > 57%;
- legante poliuretano isocianico alifatico;
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela > 1200 g/l;
- temperatura minima di applicazione 5°.

***Ciclo per superfici interne - Tabella 26 B -***

Esecuzione in officina a lavorazione ultimata

a-b - si richiamano integralmente le norme precedenti.

Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c-d- si richiamano integralmente le norme precedenti.

e. Applicazione mediante airless di uno epossidiche bicomponenti spessore 75µ aventi le seguenti caratteristiche:

Solido in volume 70%; Legante epossidico; Aspetto lucido.

f - Applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici a base di poliuretanic alifatica antingiallente di spessore 50µ avente le seguenti caratteristiche:

Contenuto ≥ 57%; Legante poliuretanic; Aspetto lucido

- peso specifico della miscela: > g/l 1200;
- temperatura minima di applicazione: 5°.

TABELLA 26 A - Ciclo di verniciatura per superfici in vista					
Esecuzione	in officina		in opera		
Caratteristiche	26.4.4.1.1/a	Primer zincante inorganico	26.4.4.1.2/c	Ritocchi con primer zincante organico	Strato di finitura
		26.4.4.1.1/b		26.4.4.1.2/d	
applicazione	Sabbatura A SA 2½	airless	Spazzolatura C St 3	pennello	airless
spessore film secco mm		0,15		0,15	0,050
componenti n.		2,00		2,00	2,00
peso specifico g/l		≥1390		≥1390	≥1200
contenuto solido		≥80%		≥80%	≥57%
legante		silicato di etile		epossipoliammidico	poliuretano isocianico alifatico
temperatura minima di applicazione		-5°		5°	5°
sovraverniciature alle diverse temperature		a -5°: 60h a 0°: 36h a 10°: 22h		a 10°: 22h a 15°: 16h	

TABELLA 26 B - Ciclo di verniciatura per superfici interne					
Esecuzione	in officina		in opera		
Caratteristiche	26.4.4.2.1/a	Primer zincante inorganico	26.4.4.2.2/c	Ritocchi con primer zincante organico	Strato di finitura
		26.4.4.2.1/b		26.4.4.2.2/d	
applicazione	Sabbatura A SA 2½	airless	Spazzolatura C St 3	pennello	airless
spessore film secco mm		0,15		0,15	0,050
componenti n.		2,00		2,00	2,00
peso specifico g/l		≥1390		≥1390	≥1200
contenuto solido		≥80%		≥70%	≥57%
legante		silicato di etile		epossipoliamidico	poliuretano isocianico alifatico
temperatura minima di applicazione		-5°		5°	5°
sovraverniciature alle diverse temperature		a -5°: 60h a 0°: 36h a 10°: 22h		a 10°: 22h a 15°: 16h	

### **3.16.5.5 Requisiti particolari**

Ai sensi di quanto previsto dalla UNI EN 1090 andranno previsti i seguenti particolari trattamenti per:

#### Superfici in contatto con il cls

Le superfici che verranno a contatto con calcestruzzo non devono essere rivestite tranne che non sia richiesto nella specifica di progetto. Là dove non sono rivestite, tali superfici devono essere pulite ad aria compressa o a spazzola per rimuovere scorie di laminazione e pulite per rimuovere polvere, olio e grassi.

Se le superfici trattate terminano su superfici che devono essere a contatto con calcestruzzo, il sistema di trattamento deve estendersi per almeno 30 mm nell'interfaccia.

#### Superfici ad attrito

Per le superfici di acciaio che si intende formino un contatto ad attrito con un'altra superficie di acciaio qualsiasi contaminazione con olio delle superfici ad attrito deve essere rimossa usando pulitori chimici e non pulitura a fiamma.

Le superfici ad attrito devono essere protette dopo la preparazione fino all'assemblaggio ed alla chiodatura con coperture resistenti agli agenti atmosferici.

E' consentita, per le zone di giunto ad attrito, la sabbiatura e la verniciatura con zincante inorganico di spessore consono al coefficiente di attrito richiesto (a progetto) purchè quest'ultimo venga adeguatamente certificato con prove di scorrimento.

Le aree non trattate intorno al perimetro dei collegamenti serrati non devono essere trattate finché non siano state completate tutte le ispezioni del collegamento.

### **3.16.5.6 Superfici delle saldature e per saldature**

Se un componente deve essere successivamente saldato, i lembi delle superfici da saldare devono essere protetti per almeno 150 mm con uno strato di 15–20 $\mu$  di vernice saldabile, certificata a base di etilsilicato di zinco.

Le saldature ed i materiali base adiacenti non devono essere verniciati prima che siano state tolte le scorie.

Un rivestimento addizionale a filetto deve essere applicato alle superfici saldate là dove la mano di fondo è stata applicata sotto la saldatura, se così stabilito dalla specifica di progetto.

### **3.16.5.7 Trattamento dei dispositivi di giunzione**

Il trattamento dei dispositivi di giunzione deve essere in accordo con quanto segue:

- a) con la classificazione della protezione alla corrosione precisata nella specifica di progetto;
- b) con il materiale costituente il dispositivo di giunzione;
- c) con i materiali adiacenti in contatto con il dispositivo di giunzione quando in posizione e le verniciature su questi materiali;
- d) con il metodo di serraggio del dispositivo di giunzione;
- e) con qualunque eventuale necessità di riparare il trattamento del dispositivo di giunzione dopo il serraggio.

I bulloni di fondazione non devono essere trattati, se precisato nella specifica di progetto.

I dispositivi di giunzione, con un pre-trattamento in accordo con la classificazione della protezione alla corrosione precisata nella specifica di progetto, non devono essere ulteriormente rivestiti dopo l'installazione tranne che non sia stabilito nella specifica di progetto.

Qualsiasi trattamento dei dispositivi di giunzione che si renda necessario dopo l'installazione non deve essere eseguito finché non sia stata completata l'ispezione dei dispositivi di giunzione.

### **3.17 Apparecchi d'appoggio per impalcati**

#### **3.17.1 Scopo**

Gli appoggi strutturali sono dispositivi di vincolo utilizzati nelle strutture, nei ponti e negli edifici, allo scopo di trasmettere puntualmente carichi e vincolare determinati gradi di libertà di spostamento.

Le presenti Norme Tecniche riguardano gli apparecchi d'appoggio utilizzabili per opere d'arte stradali e autostradali.

Sono regolati da tali Norme i seguenti dispositivi:

- apparecchi d'appoggio d'acciaio e in acciaio aventi superfici di scorrimento in politetrafluoroetilene (PTFE);
- apparecchi d'appoggio di gomma armata (elastomerici).

#### **3.17.2 Riferimenti normativi**

- Decreto Ministeriale 04.05.90: "Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali".
- "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 e relativo D.M. in vigore).
- Istruzioni CNR 10011-85 "Costruzioni d'acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione".
- Istruzioni CNR 10018-87 "Apparecchi d'appoggio di gomma e PTFE nelle costruzioni; istruzioni per il calcolo e l'impiego".

#### **3.17.3 Caratteristiche e tipologie degli apparecchi d'appoggio**

##### **3.17.3.1 Caratteristiche generali**

Gli appoggi strutturali, devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie UNI EN 1337 e recare la Marcatura CE. Si applica il Sistema di Attestazione della Conformità 1. Inoltre ogni fornitura deve essere accompagnata da un manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare, in fase di accettazione, che le forniture siano in possesso della Marcatura CE e del Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, ed a rifiutare le eventuali forniture prive della documentazione di cui sopra.

Gli apparecchi d'appoggio devono essere muniti di una targhetta metallica, collegata al supporto, sulla quale devono essere riportate, in modo indelebile, le seguenti indicazioni:

- nome del costruttore e anno di fabbricazione;
- tipo d'apparecchio;
- carichi nominali, verticale ed orizzontale;
- entità dei movimenti di progetto;
- sigla d'identificazione del lotto d'appartenenza.

Gli appoggi mobili devono possedere anche una scala graduata e un indice di misura dello scorrimento. Gli appoggi devono poter essere tolti dalla loro sede in opera con un innalzamento massimo dell'impalcato di 40 mm, necessario esclusivamente al trasferimento del carico ed allo sfilamento degli appoggi.

### **3.17.3.2 Appoggi d'acciaio e in acciaio con PTFE**

#### ***Appoggi fissi***

Si definiscono appoggi fissi quelli che trasmettono tutte le forze e pertanto non consentono alcuno spostamento. Si suddividono in:

a)- Appoggi oscillanti a contatto lineare

Si basano sul principio del rotolamento tra due superfici. Sono costituiti da due piastre d'acciaio, una piana, l'altra sagomata a calotta cilindrica, a contatto tra loro lungo una generatrice del cilindro.

Saranno forniti di perni opportunamente sagomati calettati su una delle due piastre; detti perni s'impegnano in sedi ricavate sulla piastra complementare.

b)- Appoggi oscillanti a disco elastomerico confinato

Si basano sul principio della deformazione di un disco di gomma confinato.

Tali appoggi, permettendo rotazioni fra il basamento (vaso) ed il coperchio (pistone) realizzano quindi una cerniera sferica. Sono costituiti da un disco di gomma confinato in una sede cilindrica ricavata in un elemento d'acciaio (vaso).

In tale sede s'impegna in maniera complementare un pistone basculante. Sulla superficie superiore del disco di gomma, lungo la circonferenza esterna va ricavata una sede per l'alloggiamento di un anello metallico di tenuta.

c)- Appoggi oscillanti con superfici di scorrimento in politetrafluoroetilene (PTFE)

In essi la rotazione avviene per strisciamento tra superfici in PTFE ed acciaio inossidabile, l'una concava e l'altra convessa.

Le superfici di scorrimento possono essere cilindriche o sferiche, a seconda che si voglia realizzare una cerniera cilindrica o una sferica, e d'opportuna curvatura in modo da evitare il pericolo dello scalottamento.

#### ***Appoggi semifissi***

Sono una speciale tipologia d'appoggi mobili unidirezionali che consentono spostamenti relativi tra elementi strutturali in senso trasversale o più correttamente in senso parallelo all'asse di rotazione della cerniera cilindrica quando tale scorrimento sia di modesta entità (max  $\pm 20$  mm). Possono essere realizzati soltanto con appoggi a cerniera cilindrica in cui la rotazione avviene per strisciamento tra superfici in PTFE ed acciaio inossidabile, demandando a queste stesse superfici anche lo sviluppo dello scorrimento trasversale.

Sono realizzati in maniera analoga ai corrispondenti appoggi di tipo fisso, creando un idoneo gioco trasversale tra i due elementi costituenti.

#### ***Appoggi mobili***

Tali appoggi si compongono essenzialmente di due parti:

- la parte oscillante, che può essere realizzata in maniera analoga ad un appoggio fisso (a contatto lineare, a disco elastomerico, a scorrimento di superficie in PTFE);
- la parte scorrevole, che è costituita da una piastra d'acciaio avente una delle superfici rivestita con una lamiera d'acciaio inossidabile; il tutto scorrevole su di un cuscinetto piano in PTFE parzialmente incassato in uno degli elementi della parte oscillante.

Tali appoggi, secondo com'è realizzata la parte oscillante, possono essere:

- oscillanti scorrevoli con contatto lineare;
- oscillanti scorrevoli a disco elastomerico;
- oscillanti scorrevoli a cerniera cilindrica;
- oscillanti scorrevoli a calotta sferica.

Gli appoggi mobili si dividono in due categorie:

- appoggi mobili multidirezionali: permettono lo spostamento secondo una direzione qualsiasi;

- appoggi mobili unidirezionali: permettono lo spostamento in una sola direzione mediante dispositivi che sono indicati con il termine "barre di guida".

Questa barra di guida è di norma parzialmente incassata e fissata alla parte oscillante dell'appoggio. Questa barra, lateralmente dotata di pattini di scorrimento in materiale a basso coefficiente d'attrito, s'impegna in una cava ricavata sulla piastra scorrevole; i fianchi di tale cava sono rivestiti con una lamiera d'acciaio inossidabile al fine di garantire la qualità delle superfici di scorrimento.

### **3.17.3.3 Appoggi di gomma (elastomerici)**

Gli appoggi di gomma sono costituiti da più strati di gomma separati fra loro da lamierini d'acciaio vulcanizzati alla gomma stessa.

La vulcanizzazione ha il duplice scopo di proteggere l'acciaio dalla corrosione e di trasmettere le azioni tangenziali dalla gomma al lamierino. Non sono ammessi appoggi elastomerici non armati. Tali appoggi devono essere ottenuti mediante vulcanizzazione in appositi stampi a pianta circolare o rettangolare previa approvazione della Direzione Lavori; non sono ammessi appoggi ricavati per taglio d'elementi di dimensioni superiori.

Non sono ammessi appoggi elastomerici con elementi di PTFE vulcanizzati direttamente alla gomma, disposti superiormente od inferiormente. Per le sue caratteristiche costruttive e le modalità di calcolo di tali appoggi si rimanda al CNR 10018/87.

## **3.17.4 Materiali-requisiti**

### **3.17.4.1 Acciaio da costruzione**

Per tutti gli acciai da costruzione impiegati per la realizzazione degli appoggi dovranno essere indicate le normative di riferimento.

Gli acciai impiegati in elementi soggetti a verifica strutturale dovranno avere i seguenti requisiti minimi di resilienza:

Prova di resilienza a - 20 °C, secondo UNI 4713: > 27 J.

Tutte le parti in acciaio, eccettuati i tipi di acciaio resistenti alla corrosione, devono essere protette dalla corrosione in tutte le superfici non a contatto con calcestruzzo, compresa una striscia di 30 mm della parte a contatto col calcestruzzo.

Non necessitano protezioni anticorrosive gli elementi d'acciaio interamente ricoperti da gomma per uno spessore non inferiore a 2 mm e quelli del tipo WT ST 510-3. 9 CrNiCuP324; CORTEN o similari.

Per la definizione del sistema di protezione anticorrosiva, l'Impresa deve documentare come minimo:

- la preparazione della superficie;
- il tipo di rivestimento della superficie (zincatura a spruzzo, due strati di vernice epossidica, cloro-caucciù, ecc.);
- lo spessore minimo di un singolo strato asciutto e spessore minimo totale del film secco;
- la procedura per il trattamento di danneggiamenti locali nella protezione anticorrosiva.

La documentazione dovrà essere debitamente controfirmata dal Produttore delle materie prime o dei componenti che saranno utilizzati nell'appoggio.

### **3.17.4.2 Acciaio inossidabile**

Per tutti gli acciai impiegati nel progetto di costruzione degli appoggi dovranno essere indicate le normative di riferimento.

Per le superfici di scorrimento in accoppiamento con parti in PTFE o altro materiale antifrizione, è prescritto l'impiego di acciaio inossidabile tipo X 5 Cr Ni Mo 1712-UNI 8317 (AISI 316).

### 3.17.4.3 Ancoraggi e bulloneria

Per i tirafondi e la bulloneria in genere sarà impiegato acciaio ad alta resistenza.

### 3.17.4.4 Altri materiali

Per tutti i materiali impiegati nel progetto di costruzione degli appoggi dovranno essere indicate le normative di riferimento.

Qualora non esistano, l'Impresa dovrà corredare il progetto di un'ideale documentazione sperimentale comprovante le caratteristiche prestazionali del materiale utilizzato, relativamente alle sole componenti strutturali, ad esclusione quindi degli elementi accessori degli apparecchi d'appoggio.

### 3.17.4.5 Gomma (elastomeri)

Le caratteristiche della gomma dovranno essere conformi alla raccomandazione CNR 10018/87.

Tassativamente dovrà essere esente da materiali rigenerati o da polveri di gomma vulcanizzata di recupero.

### 3.17.4.6 Malte, betoncini e resine

- Malta cementizia, reoplastica, a ritiro compensato, fibrorinforzata, predosata con le caratteristiche indicate nelle malte per ripristini, "tipo C", salvo migliori disposizioni progettuali.

- Betoncino cementizio, reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato con le caratteristiche indicate nei betoncini per ripristini, "tipo G", salvo migliori disposizioni progettuali.

- Malta di resina per spessoramenti con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

1) Resistenza a compressione - UNI 6132 rilevata su cubi aventi lato di 40 mm a 20 °C dopo 1 d di stagionatura: 60 MPa.

2) Resistenza a flessotrazione rilevata su prismi di 40x40x160 mm a 20 °C dopo 1 d di stagionatura in accordo all'UNI 6133: 25 MPa.

3) Modulo elastico secante a compressione secondo UNI 6556: superiore a 10.000 MPa.

4) Adesione al calcestruzzo - UNI 8298/1: 3 MPa (rottura del supporto in cls).

5) Ritiro - UNI 8687: inferiore a 0,005%.

Assorbimento di acqua - UNI 7699: inferiore a 0,3% in peso.

- Sigillante di natura polisolfurica con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

1) Resistenza a trazione - UNI 8202 parte 8: 0,5 MPa.

2) Allungamento a rottura - UNI 8202 parte 8: 250%.

3) Permeabilità all'acqua - UNI 8202 parte 21: nulla.

4) Resistenza in nebbia salina - ASTM R 117: 650 h.

Durezza - UNI 4916: 25 ShA.

- Malta di resina con funzione di adesivo con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

1) Resistenza a compressione - UNI 4279: 90 MPa.

2) Resistenza a flessotrazione - UNI 7219: 50 MPa.

3) Adesione al metallo - ASTM D 1002: 10 MPa.

4) Adesione al calcestruzzo - UNI 8298/1: 3 MPa (rottura del supporto in cls).

5) Ritiro lineare - ASTM D 2556: inferiore a 0,0013 cm/cm.

Modulo elastico secante a compressione - UNI 6556: 6 GPa.

Gel time - ASTM D 2471: 5°C=150 min; 20 °C=45 min.

### **3.17.4.7 Grasso di silicone per la lubrificazione delle superfici**

Le superfici di scivolamento (PTFE ed acciaio inox) dovranno essere lubrificate nelle zone di scorrimento ma non in quelle di rotazione.

Si dovranno prevedere apposite cavità, per l'accumulo del lubrificante che sarà costituito da grasso di silicone che conservi la sua efficacia fino a -35 °C.

Detto grasso non dovrà resinificare né aggredire i materiali costituenti le superfici di scorrimento. Esso dovrà essere in particolare conforme alle seguenti norme:

- penetrazione su campione rimaneggiato: 240-295 DMM (DIN 51 804);
- punto di congelamento: < 50 °C (DIN 51 556);
- essudazione (Bleeding) a 24 h e 150 °C: < 3% (US-FED.T.M.Std 791-321.2).

### **3.17.5 Prescrizioni costruttive**

#### **3.17.5.1 Prescrizioni sugli elementi costruttivi**

##### **Ancoraggio degli appoggi**

Gli appoggi possono essere solidarizzati alle strutture in c.a. mediante allettamento di malta cementizia o di resina epossidica o mediante ancoraggio affidato superiormente e inferiormente a dispositivi di tipo meccanico, a seconda che le forze orizzontali siano minori o maggiori di un certo valore stabilito dal progettista.

Le dimensioni in pianta delle eventuali contropiastre devono essere maggiori o uguali a quelle dell'elemento a contatto.

Nel caso di strutture in c.a. ordinario, realizzate in opera, dopo il posizionamento degli appoggi, è ammesso omettere le contropiastre predisponendo opportuni tirafondi e garantendo, comunque, la sostituibilità degli appoggi.

La solidarizzazione alle strutture metalliche deve avvenire esclusivamente mediante unioni di tipo meccanico.

Ciascun accoppiamento deve essere garantito per un'altezza non inferiore ai 10 mm.

In ogni caso sono vietati i collegamenti con viti sollecitate a taglio non conformi alle normative.

##### **Barre di guida**

Le guide devono essere incassate con interferenza, per almeno 5 mm, su incavi ricavati sul supporto; l'altezza dell'incasso sarà verificata alla pressione di contatto.

##### **Piastre di scorrimento**

Le piastre di scorrimento vanno verificate in base alla loro deformazione.

Se la deformazione relativa (vedi allegato, fig. 1) eccede i valori forniti di seguito, si otterrà un gioco piccolo ed inaccettabile tra le piastre ed un'alta usura del PTFE.

Poiché ciò potrebbe mettere in pericolo il buon funzionamento nel tempo degli elementi di scorrimento, la deformazione dovrà rispettare i seguenti valori:

- la deformazione relativa  $\square W_a = \square W_1 + \square W_2$  (vedi allegato, fig. 1) riferita alla dimensione L del pattino in PTFE, non dovrà eccedere il valore limite:

$$h \, 0,45 - 2\sqrt{h/L}$$

per pattini in PTFE incassati, oppure:

$$1,25 - 8,77/\sqrt{L}$$

per pattini in PTFE incollati; dove h è lo spessore del pattino in PTFE esclusa la parte incassata;

- la sollecitazione indotta da questa deformazione nella piastra di supporto non dovrà eccedere la sollecitazione di snervamento.

Per la verifica delle prescrizioni citate si farà riferimento a quanto riportato negli elaborati progettuali.

### ***Superfici di accoppiamento***

Le superfici esterne dell'appoggio che vanno ad accoppiarsi con superfici metalliche della struttura (trave, contropiastre, ecc.) possono ammettere un errore sulla planarità inferiore allo 0.05% del diametro o del lato più lungo di tale superficie.

### ***Tolleranze negli accoppiamenti e gioco totale***

Ad esclusione dell'accoppiamento tra perno e contropiastre d'ancoraggio che avrà un gioco di  $1,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ , per gli accoppiamenti tra perni e sede di ricevimento devono prevedersi i seguenti accoppiamenti h11/H10 (UNI 7218). L'accoppiamento tra guida e sede di scorrimento dovrà avere un gioco totale non superiore a 0.8 mm.

Il gioco totale dell'apparecchio di appoggio inteso come sommatoria delle tolleranze di costruzione dei vari pezzi che lo costituiscono (ad esclusione delle zanche e delle contropiastre) dovrà essere non superiore ad 1 mm con una tolleranza di  $\pm 0.5 \text{ mm}$ . Tale valore dovrà essere verificato in fase di effettuazione delle prove funzionali.

### ***Politetrafluoroetilene (PTFE)***

Il rivestimento in PTFE deve essere incassato in recessi a spigoli vivi; nel caso di superfici curve è consentito anche l'incollaggio.

Detto rivestimento deve essere costituito da una superficie unica o da più strisce della dimensione minima di 50 mm, ovvero da settori circolari con angolo al centro di almeno  $60^\circ$ .

Gli spessori del PTFE e, per quello incassato, della sporgenza dall'incavo devono essere conformi ai valori indicati, in funzione della dimensione massima, nella tabella 4 della C.N.R. 10018/87.

I pattini laterali in PTFE devono essere sempre incassati nella guida: la dimensione minima degli stessi può essere di 10 mm, invece che di 50 mm come indicato al punto precedente. Pattini laterali di materiale diverso dal PTFE devono essere incassati o fissati meccanicamente alla guida. Non è ammesso il solo incollaggio.

Il PTFE deve avere sulle superfici di contatto con l'acciaio inox delle impronte di lubrificazione.

### ***Lamiere di acciaio inossidabile***

Le lamiere di acciaio inossidabile a contatto con il PTFE devono avere uno spessore non inferiore a 2.5 mm (tale valore può essere ridotto a 2 mm per superfici curve) e devono essere collegate al supporto mediante un cordone continuo di saldatura inox oppure con viti o rivetti inox di diametro = 5 mm, disposti ad un interasse non superiore ai 300 mm ed a una distanza dal bordo non inferiore ai 9 mm ed in ogni caso in posizione tale da non interessare mai i pattini in PTFE. In questo secondo caso si dovrà prevedere o l'incollaggio delle lamiere inox al supporto oppure la protezione anticorrosiva di quest'ultimo.

### ***Protezioni***

Gli appoggi devono essere dotati di un idoneo sistema di protezione antipolvere composto da raschiapolvere e parapolvere, prevedendo per quest'ultimo la possibilità di sostituzione senza rimuovere gli apparecchi d'appoggio.

Tale sistema di protezione dovrà consentire, mantenendo la sua funzionalità, tutti i movimenti di progetto previsti per gli appoggi medesimi.

#### ***3.17.5.2 Prescrizioni costruttive per appoggi oscillanti***

A disco elastomerico confinato.

- Il pistone basculante, in corrispondenza della rotazione massima richiesta dal progetto, deve risultare impegnato nella sede circolare per almeno 10 mm. La superficie di contatto del pistone con il vaso del pistone può essere cilindrica qualora la larghezza di contatto sia inferiore ai 15 mm e la rotazione inferiore a 0,025 rad.

- Per larghezze superiori e/o angoli di rotazione maggiori, tale superficie andrà sagomata a settore sferico con raggio non inferiore a metà del diametro o a 250 mm (dei due il maggiore).
- La massima distanza diametrale tra il vaso e il pistone non deve essere superiore ad 1 mm.
- La rotazione massima non deve provocare una deformazione della gomma in corrispondenza del perimetro del disco, superiore al 10% dello spessore iniziale.
- L'anello di guarnizione deve avere uno spessore complessivo non inferiore a 2 mm e garantire un idoneo confinamento della gomma.
- Lo spessore minimo del vaso adiacente al disco elastomerico non deve essere inferiore a 12 mm o a 1/50 del diametro del disco (dei due il maggiore).

A contatto lineare.

- I perni di contrasto devono essere calettati per almeno 20 mm in fori ricavati nella piastra di fissaggio.

I perni, inoltre, anche in corrispondenza della rotazione massima, devono risultare impegnati nella sede per almeno 20 mm, misurati tra il punto di contatto più alto e la sommità dei perni medesimi.

- Lo spessore minimo degli elementi interessati dalle pressioni Hertziane, che si sviluppano nella zona di contatto lineare, deve essere tale da garantire una ripartizione di tali pressioni assumendo un angolo di diffusione non superiore ai 45°.

### 3.17.5.3 Saldature

#### *Saldature non strutturali*

Sono considerate saldature non strutturali tutte le saldature di materiali accessori o di sigillatura per le quali non sono necessarie verifiche statiche, come ad esempio:

- saldature di piastre di acciaio inossidabile su acciaio strutturale per superfici di scorrimento;
- saldature di particolari bloccaggi provvisori non sollecitati se non dal peso proprio dell'apparecchiatura;
- saldatura di indici di scorrimento;

Per tali giunzioni sono ammessi i seguenti tipi di saldatura:

- saldatura manuale ad arco con elettrodo rivestito secondo UNI 5132;
- saldatura semiautomatica o automatica sotto protezione di gas (MAG-MIG);
- saldatura manuale sotto protezione di gas con apporto di materiale (TIG);

Tutte le saldature da realizzare dovranno essere descritte in apposite specifiche (WPS) dove saranno indicati almeno i seguenti parametri:

- tipo di materiale da saldare e loro spessore;
- tipo di giunto da realizzare e la sua preparazione (UNI 1307/2, UNI 11001);
- tipo di procedimento da adottare (UNI 1307/1);
- tipo e dimensione dell'elettrodo da utilizzare (UNI 5132, UNI 8031, UNI EN 26848);
- posizione di saldatura (UNI EN 287/1);
- tipo e flusso di protezione se applicabile;
- temperature minime e massime caratteristiche (preriscaldi, interpas, e postriscaldi se necessari);
- caratteristiche elettriche.

#### *Saldature strutturali*

Sono considerate saldature strutturali tutte le saldature che necessitano di verifica statica per assicurare il loro corretto funzionamento:

- saldature di parti di carpenteria atte alla realizzazione di parti speciali di apparecchi;
- parti di appoggio destinate all'ancoraggio alla struttura (piastre, perni, pioli, ecc.);
- parti di appoggio destinate alla guida dello scorrimento.

Per tali giunzioni sono ammessi i seguenti tipi di saldatura:

- saldatura manuale con elettrodo rivestito e rivestimento di tipo basico;
- saldatura semiautomatica o automatica sotto protezione di gas (MAG-MIG);
- saldatura automatica ad arco sommerso.

Tutte le saldature da realizzare dovranno essere descritte in apposite Specifiche. I procedimenti dovranno essere qualificati secondo quanto indicato sulla norma UNI EN 288. I saldatori che realizzano il giunto dovranno essere qualificati secondo quanto indicato dalla Norma UNI EN 287/1.

#### **3.17.5.4 Accessori**

##### ***Bloccaggi temporanei per il trasporto e la prerogolazione***

Deve essere assicurato che al momento del collegamento alle strutture, gli appoggi abbiano la configurazione geometrica prevista in progetto. Ogni appoggio che non sia intrinsecamente idoneo a mantenere la configurazione prevista deve essere dotato di un adeguato sistema di bloccaggio temporaneo.

Questi sistemi non possono essere utilizzati per la trasmissione di sollecitazioni legate a fenomeni transitori dovuti alla tecnologia utilizzata per la realizzazione dell'opera.

I sistemi di bloccaggio temporaneo devono essere posizionati in modo che sia possibile identificarli e rimuoverli facilmente al termine della loro funzione. Pertanto, tutti gli elementi che li compongono devono essere chiaramente identificabili e distinguibili dall'appoggio e devono essere colorati in modo diverso.

I bloccaggi temporanei devono garantire il mantenimento della prerogolazione del dispositivo.

##### ***Accessori per la movimentazione***

Le indicazioni di questo punto riguardano gli oggetti di peso superiore a 5 kN preposti all'aggancio per la movimentazione dei dispositivi.

Con il termine generico di accessorio per la movimentazione s'intendono tutti gli elementi interessati a tale scopo fra i quali: golfari, ganci, semplici fori per il passaggio di perni, zone per il passaggio di funi o imbracature, ecc..

Per la realizzazione dei sistemi di bloccaggio provvisorio possono essere realizzati sia componenti unificati secondo DIN 580 con stampigliata l'indicazione della portata massima di esercizio, sia con elementi di acciaio appositamente progettati.

##### ***Bloccaggi provvisori di forza***

Quando ciò sia richiesto dal progetto dell'opera, possono essere utilizzati sistemi di bloccaggio provvisorio di forza allo scopo di assicurare un collegamento di tipo rigido durante la fase di costruzione dell'opera stessa. Di norma questi elementi devono essere distinti dall'apparecchio d'appoggio e progettati in base ai dati indicati dal progettista dell'opera.

Nel caso essi debbano essere montati sull'appoggio, solo al momento della rimozione di detti accessori lo stesso acquisterà la sua piena funzionalità.

Quando siano utilizzati sistemi di bloccaggio di forza, questi possono anche svolgere la funzione di bloccaggio temporaneo. I bloccaggi provvisori di forza vengono di norma realizzati come accessori dell'appoggio, utilizzando elementi di normale impiego, quali perni, staffe, piastre, viti, ecc..

Devono essere realizzati in modo che possano essere facilmente rimossi o disattivati quando l'appoggio cui sono applicati è posto in opera. A tal fine, tutti gli elementi che li compongono devono essere chiaramente identificabili e distinguibili dall'appoggio e devono essere colorati in modo diverso.

In considerazione del previsto comportamento globale dell'opera durante il periodo di utilizzazione dei bloccaggi provvisori di forza, possono essere richiesti a quest'ultimo requisiti prestazionali particolari, quali per esempio:

- possibilità di essere disattivati sotto carico;
- possibilità di essere installati in stato di presollecitazione.

#### ***Sistemi di protezione***

I sistemi di protezione devono garantire la protezione degli appoggi di vincolo o di loro parti il cui danneggiamento possa costituire pregiudizio alla funzionalità di questi ultimi.

Con il termine generico di sistema di protezione s'intende indicare tutti quegli elementi rigidi o flessibili che assolvano la funzione sopra indicata.

In linea di massima possono essere identificati come carters, soffietti, raschiapolvere, parapolvere, grate di protezione, ecc..

I requisiti funzionali richiesti ai sistemi di protezione sono:

- esercitare una protezione adeguata alla natura delle prevedibili aggressioni;
- esercitare tale protezione in tutte le possibili configurazioni dell'appoggio;
- non interferire con la funzionalità dell'appoggio;
- avere una durabilità comunque compatibile con i previsti interventi di manutenzione.

#### **3.17.6 Posa in opera**

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori un mese prima di iniziare le lavorazioni i disegni relativi alle predisposizioni ed alla procedura di montaggio in opera degli appoggi in posizione di scorrimento medio. Su tali elaborati dovranno in ogni caso essere riportate le tolleranze di fabbricazione secondo normativa UNI 5307 e le tolleranze relative alle operazioni di posa in opera. Tali indicazioni dovranno in ogni caso riguardare i seguenti punti:

- planarità dei piani di posa;
- parallelismo dei due piani di interfaccia;
- dimensioni sedi e/o predisposizioni;
- posizione ed interassi degli ancoraggi.

Tali elaborati saranno ritenuti idonei previa accettazione da parte della Direzione Lavori.

Variazioni rispetto ai valori progettuali riportati nei suddetti disegni dovranno essere concordate tra l'Impresa e la Direzione Lavori e controfirmate dal Fornitore in qualità di progettista e costruttore dell'appoggio.

Si precisa che la posa in opera degli appoggi deve essere effettuata sulla base di un apposito disegno nel quale siano riportate tutte le informazioni necessarie per effettuare questa delicata operazione.

All'atto della posa in opera gli appoggi dovranno risultare chiaramente distinguibili, con indicazione precisa del tipo, l'asse e la direzione dei movimenti consentiti (ad esempio mediante fogli adesivi rimovibili da porre sulla piastra superiore dell'appoggio).

Non è consentito l'uso degli appoggi definitivi per operazioni (movimenti, trasmissione di forze, ecc.) anche se transitorie, legate alla tecnologia di realizzazione dell'opera salvo specifica procedura approvata dal progettista, da eseguire sotto la supervisione del Fornitore.

##### **3.17.6.1 Generalità**

Le superfici sulle quali devono essere posizionati gli apparecchi di appoggio devono essere il più possibile piane e parallele.

Gli apparecchi di appoggio devono essere posti in opera tra due superfici orizzontali anche in presenza di impalcati in pendenza. È consentita la ripresa di tale pendenza da parte degli appoggi mediante idonea lavorazione delle piastre a contatto con l'impalcato. I baggioli dovranno avere altezza atta a consentire il posizionamento dei meccanismi di sollevamento dell'impalcato.

### **3.17.6.2 Preregolazioni**

Le prerogolazioni degli appoggi avverranno in base ai dati forniti dalla Direzione dei Lavori con comunicazione scritta da inviare prima dell'inizio della posa in opera. La prerogolazione dovrà tenere conto dell'apertura strutturale esistente, della funzionalità degli appoggi precedentemente approvati e della capacità di movimento degli stessi.

Di norma la prerogolazione dovrà essere effettuata presso lo stabilimento del Fornitore; gli eventuali aggiustamenti in cantiere potranno essere fatti in presenza della Direzione Lavori e del Fornitore dell'appoggio. All'atto della posa in opera, la corsa disponibile degli appoggi mobili deve essere prerogolata rispetto alla temperatura media di posa in opera, in modo che l'asse di appoggio risulti, a deformazioni lente esaurite, centrato in condizione di temperatura media.

### **3.17.6.3 Posa in opera degli appoggi di gomma (elastomerici)**

Gli appoggi di gomma devono essere disposti a diretto contatto con le strutture, previa regolazione del piano di posa con malta cementizia, rispettando esattamente le quote planometriche di progetto, lo scostamento massimo della planarità non dovrà superare 1 mm.

Se l'impalcato è costruito in opera direttamente sugli apparecchi di appoggio, è opportuno interporre delle coppelle prefabbricate in c.a., ammortizzate nel getto delle sovrastrutture.

È inoltre conveniente posizionare gli eventuali appoggi rettangolari con il lato minore parallelo all'asse della trave in modo da permettere una maggiore rotazione.

Non è consentito l'incollaggio degli appoggi elastomerici alle strutture.

### **3.17.6.4 Posa in opera di appoggi di acciaio ed in acciaio-teflon**

La posa in opera degli appoggi sul pulvino avviene di norma mediante l'interposizione di spessori regolati in modo da far risultare gli appoggi stessi perfettamente orizzontali e nell'esatta posizione planimetrica e altimetrica.

È necessario, pertanto, che i baggioli in c.a. risultino a quota leggermente inferiore a quella degli appoggi. La differenza di quota, da compensare con malta di resina deve essere compresa tra 10 e 20 mm.

Nel caso in cui il collegamento dell'appoggio all'impalcato avvenga mediante l'interposizione di una contropiastra, è vietata la saldatura anche provvisoria e non strutturale della stessa all'apparecchio di appoggio.

Durante il trasporto e il posizionamento, le parti mobili degli apparecchi d'appoggio devono essere fissate mediante collegamenti provvisori da rimuovere dopo la loro posa in opera e prima del varo delle travi. Detti collegamenti devono essere verniciati con colore diverso da quello dell'appoggio e devono riportare l'indicazione della loro rimozione dopo la posa in opera. I fori risultanti saranno quindi sigillati con idoneo prodotto siliconico o viti zincate.

Le travi dovranno essere varate su calaggi e su idonei dispositivi che evitino il contatto accidentale con gli apparecchi d'appoggio e ne permettano un graduale abbassamento.

Tale procedura può essere omessa solo per gli appoggi di tipo mobile multidirezionale.

## **3.17.7 Prove**

### **3.17.7.1 Generalità**

L'Impresa dovrà ottemperare a quanto previsto nella circolare del Ministero dei lavori Pubblici n. 2357 del 16.05.1996 e successivi aggiornamenti.

Le prove ed i controlli devono essere effettuati per dimostrare la conformità dei prodotti alle indicazioni progettuali. L'accettazione delle partite avverrà tramite prove a carico delle Imprese esecutrici eseguite nel laboratorio della Committente o del Fornitore.

Qualora la Direzione Lavori rifiuti una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute. I materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spesa della stessa Impresa. l'accettazione dei materiali da parte della Direzione lavori non esime l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita delle opere.

#### **3.17.7.2 Prove di accettazione: appoggi di gomma (elastomerici), in acciaio e in acciaio PTFE**

Gli apparecchi di appoggio completamente assemblati saranno sottoposti a collaudo visivo, dimensionale e funzionale.

Le prove da eseguire sugli appoggi di gomma dovranno garantire il soddisfacimento dei requisiti richiesti dalle presenti Norme.

La Direzione Lavori, per ciascuna partita di 50 appoggi o frazioni di 50, preleverà a caso un esemplare da sottoporre a prove distruttive presso un Laboratorio di sua fiducia, secondo le citate norme CNR 10018/87.

Qualora dette prove diano esito negativo, esse saranno ripetute su altri due esemplari prelevati a caso dalla stessa partita; in caso di esito negativo anche su uno soltanto di questi due esemplari, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tutte le spese relative a dette prove saranno a carico dell'Impresa.

Per gli appoggi di acciaio ed in acciaio-PTFE si dovranno eseguire le seguenti prove di accettazione:

- esame visivo e dimensionale dei singoli elementi e degli appoggi completi, con riferimento a tutte le prescrizioni contenute nelle Norme;
- esame visivo e dimensionale delle saldature non strutturali;
- rilevazione della rugosità superficiale dell'acciaio inox secondo le norme UNI 3963. Il limite di rugosità Ra dovrà risultare non superiore a 0.1  $\mu\text{m}$ ;
- misura del rivestimento protettivo;
- prove di carico verticale sugli apparecchi d'appoggio fino ad un carico massimo pari ad 1,25 volte il carico massimo nominale mantenuto costante per 15 min, con rilevazione della curva carico/deformazione. Saranno eseguiti in totale 2 cicli di carico ed il residuo di deformazione non dovrà risultare superiore allo 0,5% dell'altezza totale dell'appoggio;
- prove di scorrimento con determinazione del coefficiente di attrito radente di primo distacco e dinamico nella condizione di carico permanente e di carico massimo di esercizio con rilevazione dei relativi diagrammi, per tali prove i valori dei coefficienti di attrito rilevati a velocità inferiore a 5 mm/min ed a temperatura ambiente dovranno essere inferiori di quelli esposti nella tabella 3 delle Norme CNR 10018/87 per gli apparecchi con teflon lubrificato.

#### **3.17.7.3 Prove di accettazione: appoggi oscillanti a disco elastomerico confinato**

Saranno eseguite le prove e i controlli seguenti:

- controllo della documentazione del progetto dell'appoggio;
- prova di carico e di rotazione;
- determinazione del momento parassita;
- prova di usura del sistema di guarnizione.

#### **Controllo della documentazione di progetto**

Gli elaborati di progetto e la relazione di calcolo saranno controllati per verificarne la conformità a quanto prescritto nei capitoli precedenti e per estrarne i valori dei carichi di prova.

### ***Prova di carico e rotazione***

Questa procedura descrive il metodo da seguire per verificare la capacità di carico ultima e il comportamento sotto il carico di esercizio. La prova è richiesta per confermare l'idoneità del progetto delle parti metalliche e la stabilità della guarnizione interna sottoposta a carichi al di sopra della norma e alla rotazione.

Sono richiesti due esemplari per ciascuno dei tipi da provare.

L'appoggio sarà smontato preliminarmente e sarà eseguito un controllo dimensionale completo con verifica del rispetto delle tolleranze riportate nei disegni costruttivi.

Prima della prova il disco di elastomero dovrà essere condizionato per 72 h in forno a 70 °C.

Il disco dovrà essere lubrificato al momento del suo montaggio nell'appoggio.

Le prove avverranno a temperatura ambiente con le modalità di seguito descritte.

Nel caso di carico permanente e rotazione di esercizio:

- a) installare nella macchina di prova l'appoggio, con sovrapposta una piastra a cuneo, con inclinazione pari alla rotazione di esercizio;
- b) installare la strumentazione per il rilievo delle deformazioni (vedi allegato, fig. 2);
- c) installare trasduttori di spostamento per misurare la deformazione diametrale della tazza e lo schiacciamento verticale dell'appoggio;
- d) montare l'appoggio in modo che, in funzione delle tolleranze costruttive, la massima fessura ammissibile tra il pistone e la tazza si verifichi tutta da un lato, in modo da sollecitare al massimo la guarnizione;
- e) applicare il carico aumentandolo gradualmente (incremento di circa 0,05 N/mm<sup>2</sup>/s) fino a raggiungere un valore pari ad 1,5 volte il carico di esercizio;
- f) mantenere il carico per 168 h;
- g) scaricare l'appoggio rilasciando il carico con le stesse precedenti modalità;
- h) per tutta la durata della prova si procederà alla registrazione continua dei carichi, delle deformazioni e dello schiacciamento dell'appoggio.

Nel caso di carico e rotazione ultima:

- a) installare l'appoggio da provare nella macchina di prova a compressione con i piani paralleli;
- b) mettere in opera trasduttori per misurare la deformazione diametrale della tazza e lo schiacciamento dell'appoggio (vedi allegato, fig. 2);
- c) applicare il carico di prova facendolo crescere con continuità fino a raggiungere il valore ultimo di 2,5 volte il carico di esercizio in 30 min.

Rilasciare il carico in uguale tempo;

- d) ripetere la stessa prova con l'interposizione di una piastra a cuneo con inclinazione pari a 1,2 volte la rotazione di esercizio;
- e) per tutta la durata della prova si procederà alla registrazione continua dei carichi, delle deformazioni e dello schiacciamento dell'appoggio.

Allo scopo di documentare i risultati, l'appoggio dopo la prova sarà accuratamente smontato e si dovranno controllare e documentare fotograficamente le condizioni della guarnizione di tenuta e del disco elastomerico. Anche le dimensioni di tutti gli altri componenti saranno rilevate e notate. Tali risultati di prova dovranno essere raccolti in un rapporto che dovrà comprendere i seguenti dati:

- a) descrizione dell'appoggio (e della famiglia di appoggi se applicabile);
- b) tipo e dimensioni dell'appoggio provato;
- c) identificazione e verifica dei materiali costituenti;
- d) data e durata della prova;
- e) qualunque anomalia riscontrata e la sua eventuale influenza sui risultati;
- f) descrizione e commenti sulle condizioni dell'appoggio dopo ciascuna prova;
- g) fotografie scattate durante le prove;

- h) registrazione di carichi, sforzi e deformazioni;
- i) registrazione delle dimensioni dei componenti dopo ciascuna prova;
- l) interpretazione dei risultati con riferimento a queste Norme.

#### ***Determinazione del momento parassita***

Questa procedura di prova descrive il metodo per la determinazione del momento parassita in funzione dell'angolo di rotazione. La prova sarà eseguita su appoggi con disco elastomerico lubrificato e non lubrificato alle temperature di  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con un angolo di rotazione pari a quello massimo di progetto ed una pressione di contatto sull'elastomero di  $35\text{ N/mm}^2$  effettuando le misure su appoggi di tre differenti portate. I risultati saranno utilizzati per determinare i fattori da introdurre nella formula di calcolo del momento parassita secondo le modalità previste negli elaborati progettuali.

È richiesta la prova di un appoggio per ciascuno dei diametri del disco elastomerico previsti. Qualora la prova preveda l'utilizzazione contemporanea di due appoggi (vedi allegato, fig. 3), si dovranno approntare due identici appoggi per ogni diametro.

Prima della prova i dischi elastomerici saranno condizionati in forno a  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  per 72 h.

Per la prova a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  si potrà procedere secondo uno qualsiasi dei modi seguenti:

a) gli appoggi saranno refrigerati fuori della macchina di prova mantenendoli a  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$  per 72 h, indi posti direttamente nella macchina di prova: la prova inizierà quando la temperatura del disco elastomerico avrà raggiunto i  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

b) gli appoggi saranno posti nella macchina di prova e mantenuti a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  per 72 h senza carico prima di iniziare le prove, che saranno poi eseguite mantenendo la suddetta temperatura.

Il dispositivo di refrigerazione sarà realizzato secondo quanto indicato al paragrafo specifico.

La disposizione della macchina di prova nelle due configurazioni alternative è indicata nel paragrafo specifico (vedi allegato, fig. 3 e 4).

Le prove saranno eseguite sia a temperatura ambiente che a bassa temperatura con l'elastomero lubrificato e non lubrificato. La temperatura dell'appoggio sarà registrata con continuità per tutta la durata della prova.

Ciascun appoggio sarà provato seguendo la procedura sotto descritta:

a) applicare il carico verticale facendolo crescere al ritmo approssimato di  $0,5\text{ N/mm}^2/\text{s}$ , fino a raggiungere una pressione specifica di  $35\text{ N/mm}^2$  sull'elastomero ( $F_z$ );

b) applicare il movimento sinusoidale desiderato al braccio di leva, in modo che l'appoggio ruoti dell'angolo di progetto; sono richiesti almeno 5 cicli completi alla frequenza di  $0,003 \pm 0,001\text{ Hz}$ ;

c) il momento parassita e l'angolo di rotazione correlato saranno registrati con continuità, come pure la temperatura dell'elastomero per tutta la prova;

d) quando la temperatura dell'elastomero avrà raggiunto la temperatura ambiente la prova sarà ripetuta con le stesse modalità.

I risultati della prova permetteranno di ricavare i fattori  $F_0$ ,  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $K$  che saranno introdotti nella formula prevista per ottenere il momento parassita.

#### ***Prova di usura del sistema di guarnizione***

Questa procedura di prova descrive il metodo per verificare l'usura della guarnizione interna dovuta alla rotazione degli appoggi oscillanti.

Lo stato della guarnizione interna e delle superfici interne della tazza dopo la prova sarà indicativo dell'accettabilità dell'appoggio e della validità del progetto.

La prova consisterà nel verificare l'idoneità della guarnizione interna a sopportare un percorso lineare di 1500 m senza che avvengano trafilemanti della gomma o altri comportamenti anomali.

Dovrà essere provato un appoggio per ciascuno dei diametri del disco elastomerico previsto; si dovranno quindi approntare uno o due appoggi per tipo in funzione del tipo di assemblaggio sulla macchina di prova prescelta (vedi allegato, fig. 3 e 4).

Prima della prova il disco elastomerico sarà condizionato in forno a 70 °C per 72 h.

L'appoggio da provare sarà poi assemblato avendo preventivamente lubrificato il disco elastomerico e sarà collocato nella macchina di prova.

Ciascun appoggio sarà provato a temperatura ambiente con le modalità sotto indicate:

- a) applicare un carico verticale e farlo aumentare gradualmente di 0,5 N/mm<sup>2</sup>s fino a raggiungere una pressione di contatto sull'elastomero pari a 1,2 volte quella di progetto;
- b) applicare il movimento sinusoidale agendo sul braccio di leva con una frequenza inferiore a 0,5 Hz in modo da produrre una rotazione  $\Theta = 0,0035$  radianti;
- c) continuare la prova fino a raggiungere il numero di cicli stabilito dalla relazione:

$$\text{numero cicli} = \frac{\text{movimento totale}}{\theta \cdot 2 \cdot d}$$

d) durante la prova si dovranno registrare con continuità il momento parassita, l'angolo di rotazione e la temperatura all'interno della tazza in prossimità della guarnizione;

e) dopo aver raggiunto il numero di cicli stabilito si rimuoverà l'appoggio per verificare che l'elastomero non sia stato estruso fuori della tazza, indi lo si smonterà completamente rilevando nuovamente le dimensioni della tazza, del pistone e della guarnizione interna e si fotograferanno tutti i punti che mostrassero segni di danneggiamento;

f) si verificherà inoltre l'usura e l'incremento del momento parassita nel corso della prova.

I risultati di prova dovranno essere raccolti in un rapporto di prova che dovrà comprendere i seguenti dati:

- a) descrizione dell'appoggio;
- b) tipo e dimensioni dell'appoggio;
- c) identificazione e verifica dei materiali;
- d) data e durata della prova;
- e) qualsiasi anomalia riscontrata e la sua influenza sui risultati;
- f) descrizione e commenti sulle condizioni dell'appoggio dopo la prova;
- g) fotografie scattate durante la prova;
- h) registrazione dei momenti, angoli di rotazione e temperature durante la prova;
- i) il rilievo dell'usura della guarnizione e dell'incremento del momento parassita durante la prova;
- l) la variazione della sezione trasversale della guarnizione interna;
- m) conferma della verifica che al termine della prova non si è riscontrata l'estrusione all'esterno dell'elastomero;
- n) l'applicabilità dei risultati con riferimento a queste Norme.

#### **3.17.7.4 Attrezzature di prova**

a) - Macchina di prova a compressione

La macchina di prova a compressione deve avere una precisione almeno pari a quanto previsto dall'ISO 7500/1; dovrà inoltre essere costruita in modo da assicurare la perfetta orizzontalità della piastra di base e l'uniforme distribuzione del carico verticale.

La macchina dovrà inoltre essere scelta in modo che i carichi di prova siano compresi tra il 15% e lo 85% della sua portata massima.

b) - Attrezzatura per la prova di rotazione

Per eseguire la prova di rotazione e la misura del momento parassita si dovrà equipaggiare la macchina con un'attrezzatura in grado di permettere una delle due sistemazioni indicate nelle figure seguenti e precisamente:

- l'utilizzo di due appoggi identici (uno dei due dovrà essere reso multidirezionale);
  - l'accoppiamento dell'appoggio da provare con un appoggio sferico a sospensione idrostatica.
- L'attrezzatura dovrà impartire all'appoggio in prova una rotazione continua di  $\pm 0,001$  radianti grazie all'azione sul braccio di leva di un cilindro idraulico a doppio effetto. Il movimento sarà sinusoidale con una frequenza regolabile tra 0,003 Hz e 0,5 Hz.

c) - Piastra a cuneo

Si dovrà preparare una piastra a cuneo con pendenza minima in un piano 1,1x1,4x $\alpha$  essendo  $\alpha$  la rotazione totale di progetto, ma comunque non inferiore a 0,0155 rad. La piastra dovrà avere dimensioni in piano più grandi dell'appoggio da provare e dovrà essere lavorata meccanicamente su entrambi i piani.

d) - Apparecchiatura di refrigerazione

L'apparecchiatura di refrigerazione dovrà essere in grado di raffreddare a -20 °C l'appoggio già installato nella macchina di prova, oppure di raffreddare separatamente l'appoggio fino ad una temperatura di -35 °C, mantenendolo a tale temperatura per 72 h.

e) - Forno di riscaldamento

Il forno di riscaldamento dovrà essere in grado di mantenere il disco elastomerico alla temperatura di 70 °C per 72 h.

f) - Strumentazione

Dovrà essere impiegata una strumentazione elettronica in grado di misurare con continuità e registrare in forma digitale od analogica tutte le grandezze in gioco, siano esse forze, movimenti o temperature.

### 3.17.7.5 Prove di protezione anticorrosiva

Il sistema di protezione anticorrosiva definito, deve essere qualificato tramite le seguenti prove:

- prova in nebbia salina (720 h 5% cloruro di sodio) ISO 7253 - ISO 4628/2/3/4/5;
- misurazione dello spessore minimo del film secco ISO 2080;
- prova di adesione ISO 2409 prima e dopo prova in nebbia salina;
- prova d'urto ISO/TR 6272.

I criteri di accettabilità sono riportati nella seguente tabella:

PROVA	NORMA	CRITERI DI ACCETTABILITÀ
Nebbia salina	ISO 7253	Assenza di bolle ISO 4628/2 Assenza di ruggine ISO 4628/3 Assenza di distacco-Ri:1 ISO 4628/4 Assenza di sfaldatura ISO 4628/5
Spessore minimo del film secco	ISO 2080	Come specificato dall'Impresa e dal Produttore
Adesione	ISO 2409	0 o 1
Urto	ISO/TR 6272	Nessun danno visibile con una massa di 1 kg ed un'altezza di caduta di 100 mm

### 3.17.7.6 Prova di adesione al cls

Le prove di adesione si faranno su travetti 70 x 70 x 280 mm composti da un cuneo in calcestruzzo di cemento dosato a 450 kg e stagionato almeno a 28 d, con una faccia inclinata di

20 gradi. Quest'ultima sarà spazzolata con spazzola d'acciaio all'atto della sformatura e trattata con la mano d'attacco prevista in opera. Si procederà infine al completamento del travetto mediante colaggio della malta di ripristino.

Il carico sarà applicato assialmente sulle due facce minori. La resistenza richiesta è quella di taglio sulla faccia inclinata.

### 3.17.8 *Precisazioni sulle prove da eseguire*

#### 3.17.8.1 *Controllo delle materie prime e dei componenti*

L'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione atta a dimostrare che le materie prime ed i componenti utilizzati per la costruzione degli appoggi da parte dei Fornitori sono stati prodotti in base ad un sistema di controllo di qualità.

Tutte le materie prime ed i componenti devono essere identificati in modo da poter correlare in ogni momento la documentazione di controllo agli stessi. La rintracciabilità deve essere garantita durante tutto il processo di fabbricazione ed installazione degli appoggi. I controlli sulle materie prime e sui componenti devono essere in accordo con la seguente tabella.

Tabella - Controllo di materie prime e componenti			
Tipo di controllo	Materiale o componente	Controllo in accordo con	Frequenza
Controllo da parte del Produttore e/o della Direzione Lavori	Acciaio strutturale	UNI EUN 18 UNI 552 UNI EN 10025	Ogni colata
	Acciaio inossidabile	UNI 6901	Ogni colata
	Elastomero	CNR 10018/87 (1)	Ogni 1,5 m <sup>3</sup> di mescola prodotta
	Alluminio	UNI 10002 UNI 560	Ogni colata
	Malte e resine	UNI 6130 UNI 6132 UNI 6133 Scheda tecnica del Produttore	Come previsto dal Produttore
Rapporto di prova di laboratorio di parte terza	Acciaio strutturale (2)	UNI EU 18 UNI 552 UNI EN 100025	Ogni dodici mesi
	Acciaio inossidabile (2)	UNI 6901	Ogni dodici mesi
	Elastomero (2)	UNI 10018/87	Ogni dodici mesi
	Malte e resine (2)	Tutti i controlli previsti nelle presenti Norme	Ogni dodici mesi
NOTE:			
(1) ad esclusione della seguente prova: Modulo G in accordo alla CNR 10018/87 cap. 7			
(2) è facoltà della Direzione Lavori omettere tali controlli nel caso in cui il materiale provenga regolarmente da Produttori operanti con sistema di controllo della qualità certificato in accordo alle norme della serie UNI EN 29000 o ISO 9000.			

**3.17.8.2 Controlli sui prodotti finiti**

I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa ed il Fornitore in accordo con la seguente tabella.

Tabella - Controllo prodotto finito			
Tipo di controllo	Soggetto del controllo	Controllo in accordo con	Frequenza
Controllo da parte della Direzione Lavori, dell'Impresa e del Fornitore	Dimensioni	Disegno dell'Impresa controfirmato dal Fornitore	In accordo a quanto definito dalla UNI 4842-75 per il Piano di Campionamento doppio, livello qualitativo L.Q.A. 4%
	Durezza (ove applicabile)	Disegno dell'Impresa controfirmato dal Fornitore UNI 4916	In accordo a quanto definito dalla UNI 4842-75 per il Piano di campionamento doppio, livello qualitativo L.Q.A. 4%
	Protezione anticorrosiva (ove applicabile)	Disegno dell'Impresa controfirmato dal Fornitore	In accordo a quanto definito dalla UNI 4842-75 per il Piano di campionamento doppio, livello qualitativo L.Q.A. 4%
Controllo da parte della Committente	Prova di accettazione	Le presenti Norme	Una volta soltanto per ogni tipologia e diametro

**3.17.8.3 Controlli sulle saldature**

L'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori la documentazione, predisposta dal Fornitore, relativa alle prove sulle saldature eseguite durante ed al termine del processo di produzione come specificato nella tabella seguente, in funzione della tipologia di saldatura realizzata. In ogni caso i livelli di difettosità dovranno essere definiti secondo quanto indicato dalla UNI EN 25817 e dalla norma UNI 7278.

Tabella - Controlli sulle saldature					
CONTROLLI DISTRUTTIVI					
Fase di controllo		Prove da eseguire			
Qualifica degli operatori		Secondo UNI EN 287/1			
Qualifica del procedimento		Secondo UNI EN 288/3			
Fasi di produzione, saldatura pioli di ancoraggio		Metodo della mazza, secondo CNR 1001/85 appendice B			
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI (In Produzione)					
TIPO DI PROVE E CONTROLLI	SALDATURE STRUTTURALI		SALDATURE NON STRUTTURALI		DOCUMENTI DI RIFERIMENTO
	Prova richiesta	Frequenza di prova	Prova richiesta	Frequenza di prova	
Controllo visivo	--	100%	--	100%	--
Controllo dimensionale	--	20%	--	20%	--

Controllo con liquidi penetranti	non richiesto	--	--	10%	UNI 7679 ISO 3452
Controllo magnetoscopico	non richiesto	--	(4)	(2)	UNI 7704
Controllo ultrasonoro (1)	non richiesto	--	--	(2) (3)	UNI 8387
Controllo radiografico (1)	non richiesto	--	--	(2) (3)	UNI 8956 ISO 1406

NOTE:

(1) Quando richiesto è necessario che i materiali base da unire siano controllati al 100% con ultrasuoni

(2) Da definire in funzione della criticità del giunto e delle condizioni di esercizio, secondo quanto definito dalla CNR 10011/88

(3) Da eseguire in alternativa tra loro in funzione del tipo di giunto e di materiale da unire

(4) Se richiesto è da eseguire in alternativa al controllo con liquidi penetranti

### 3.17.8.4 Controllo in corso di montaggio

I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa in accordo con la tabella seguente.

Tabella - Controllo in corso di montaggio					
Tipo di controllo	Soggetto del controllo	Caratteristiche da controllare	Controllo in accordo con	Frequenza	
Controllo da parte della Direzione Lavori, dell'Impresa e del Fornitore	Sede appoggio	Dimensioni e pendenze	Dati forniti dalla Direzione Lavori	Ogni appoggio	
	Ancoraggi	Interassi e dimensioni	Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore	Ogni appoggio	
	Malte e resine	Resistenza a compressione	Adesione al cls	UNI 6130	Ogni lotto di fornitura per ogni tipo di malta o resina impiegato
				UNI 6132	
	Appoggio	Preregolazione	Temperatura di posa	Dati forniti dalla Direzione Lavori	Ogni appoggio
				Dati di progetto	Ogni appoggio
Con le presenti Norme				Ogni appoggio	

### 3.17.9 Piano di assicurazione qualità

Il piano di assicurazione di qualità (PAQ) comprende la descrizione del processo di produzione ed installazione degli appoggi e l'indicazione di tutti i controlli che dovranno essere eseguiti per assicurare in modo soddisfacente la rispondenza degli appoggi alle presenti Norme.

Esso deve essere redatto dal Fornitore e dall'Impresa e consegnato alla Direzione Lavori unitamente al progetto esecutivo dell'appoggio prima dell'inizio della produzione degli appoggi. Durante le varie fasi delle lavorazioni, il PAQ sarà completato di tutta la documentazione relativa alle prove ed ai controlli di produzione.

#### **3.17.10 Manutenzione**

Ogni apparecchio d'appoggio, o se sufficiente ogni tipologia, dovrà essere dotato di un manuale di manutenzione, controfirmato dal Fornitore, in cui l'Impresa indicherà modalità, tempistica e frequenza degli interventi di manutenzione ordinaria da eseguirsi sull'appoggio.

In tale manuale dovranno essere riportate anche le procedure da attuare nel caso che si rendessero necessari interventi di manutenzione straordinaria.

Tale documentazione andrà allegata fin dalla fase di presentazione del progetto dell'appoggio.

#### **3.17.11 Penali**

- Penalità per il non raggiungimento delle prestazioni degli apparecchi di appoggio previste in progetto.

Qualora dalle prove eseguite, secondo le presenti Norme, risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli richiesti, il progettista eseguirà una verifica della sicurezza.

Se tale verifica desse esito positivo, l'apparecchio sarà accettato ma il suo prezzo sarà decurtato del 20%; qualora i valori risultassero superiori a tale 10% o la precedente verifica avesse dato esito negativo, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spesa alla sostituzione della fornitura con appoggi di caratteristiche adeguate alle prescrizioni richieste.

# ALLEGATO

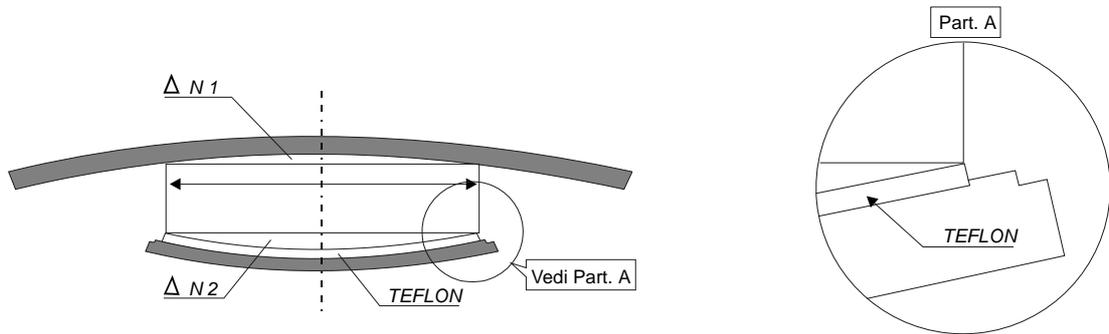


Fig. n° 1: Deformazioni relative delle piastre di supporto.

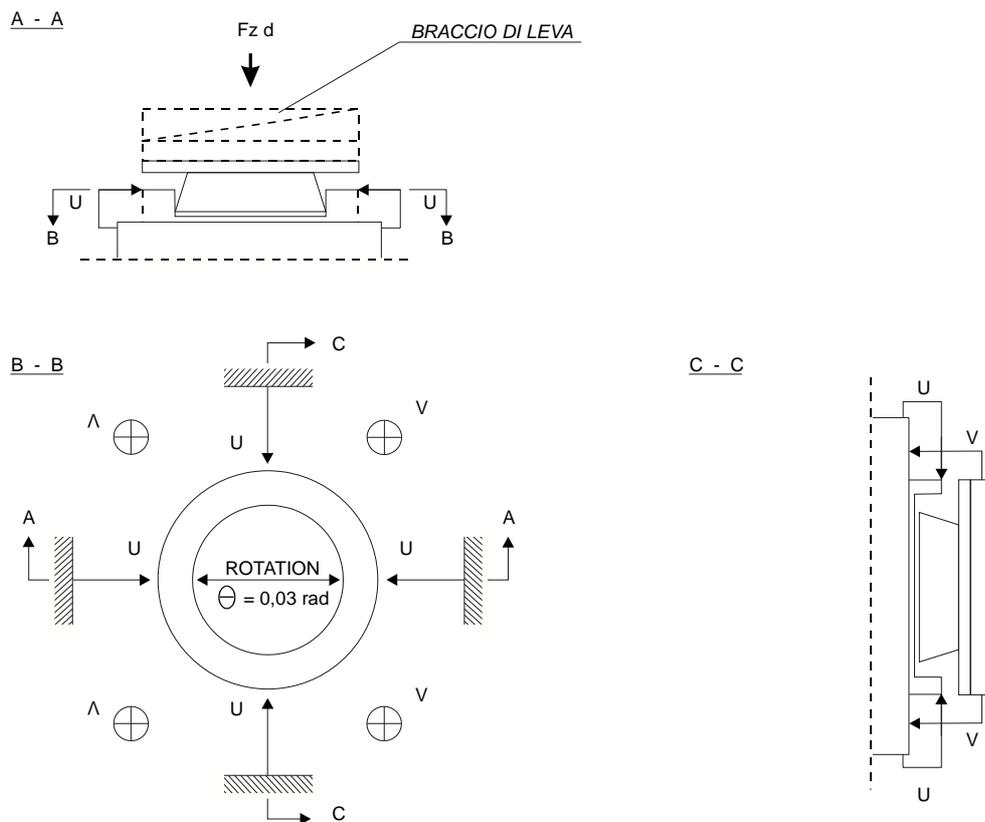


Fig. n° 2: Prova di carico e rotazione - posizione dei punti di misura.

## ALLEGATO

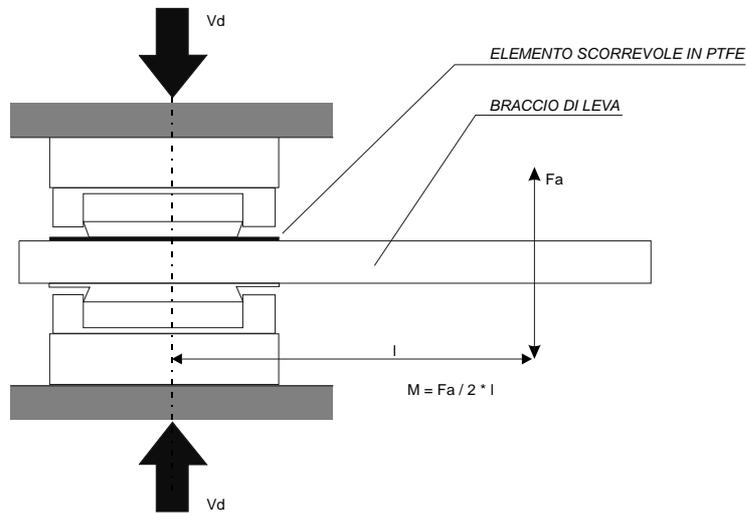


Fig. n° 3: Disposizione di prova usando due appoggi a disco elastomerico confinato ed una superficie di scorrimento.

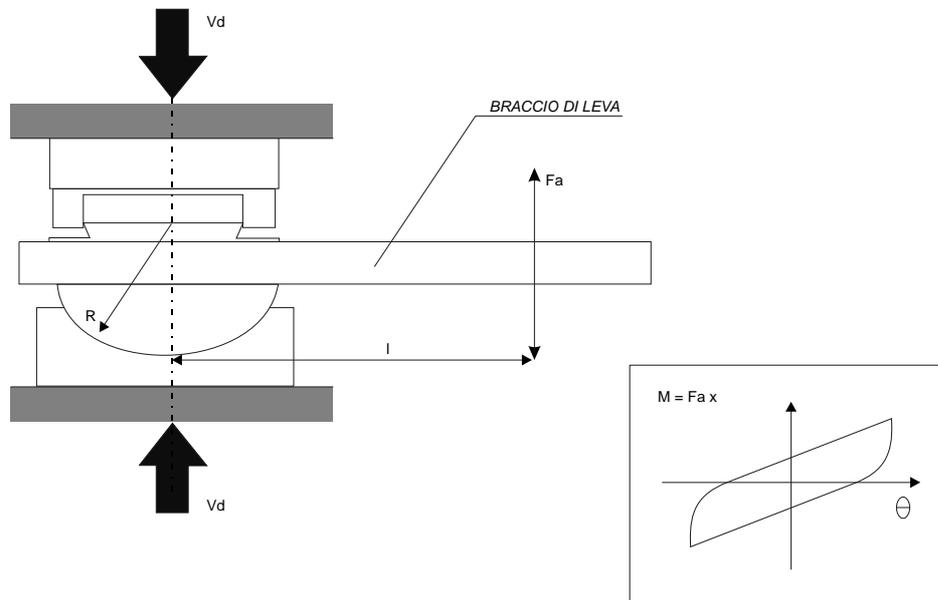


Fig. n° 4: Disposizione di prova usando un appoggio a disco elastomerico confinato ed un appoggio sferico a sospensione idrostatica.

### ***3.17.12 Sollevamento impalcati per sostituzione apparecchi di appoggio***

Il sollevamento degli impalcati è preliminare alla sostituzione degli apparecchi di appoggio, al conseguente ripristino dei baggioli ed eventualmente all'adeguamento della pendenza trasversale del manufatto.

In relazione alle previsioni di progetto od alle prescrizioni della Direzione Lavori, si procederà al sollevamento di una o di entrambe le testate contemporaneamente, costituite da un qualunque numero di travi, mediante idonea apparecchiatura idraulica posta sotto le travi e/o i trasversi.

L'apparecchiatura idraulica dovrà essere comandata da una centrale operante a pressioni differenziate e rapporto volumetrico costante per assicurare un sollevamento rigido di ogni testata, senza indurre nella struttura sollecitazioni torsionali; il controllo delle operazioni dovrà essere effettuato a distanza mediante idonea strumentazione.

Dopo che ogni testata sarà stata sollevata e prima di intervenire sugli appoggi, l'Impresa dovrà bloccare la struttura nella posizione raggiunta mediante appoggi provvisori o attrezzature equivalenti, che siano in grado di assicurare la stabilità dell'insieme e garantire la massima sicurezza agli operatori.

Di norma non si dovrà sollevare più di una campata per volta; eventuali deroghe dovranno essere concordate con la Direzione Lavori; in questi casi dovranno essere rinforzate le strutture provvisorie di blocco e si dovranno adottare adeguati sistemi di controventatura per contrastare possibili sollecitazioni longitudinali e trasversali.

A tale riguardo dovranno essere adottate adeguate cautele nei casi in cui la pendenza longitudinale dell'opera possa fare prevedere fenomeni di scorrimento.

Successivamente l'Impresa procederà alla rimozione degli apparecchi di appoggio esistenti ed al loro trasporto nei magazzini della Società.

Prima della posa in opera degli appoggi si provvederà alla ravvivatura e rettifica dei baggioli e dell'intradosso delle travi in corrispondenza degli appoggi.

La rettifica sarà effettuata mediante malta di resina epossidica per il conguaglio delle superfici di appoggio, nelle quantità necessarie per ottenere il parallelismo fra i piani di appoggio dei baggioli e l'intradosso delle travi, previa mano di attacco a base di resina pura.

Ad avvenuto completamento degli interventi sotto l'impalcato, si dovrà procedere al suo abbassamento adottando le stesse cautele della fase precedente.

A garanzia di possibili incidenti che potrebbero danneggiare le strutture, l'Impresa dovrà provvedere alla copertura assicurativa dell'opera per tutta la durata dei lavori, per un'importo corrispondente al valore di ricostruzione.

### ***3.17.13 Ammortizzatori antisismici, generalità***

La fornitura degli apparecchi di ritegno sismico dovrà avvenire da parte di Ditta produttrice di primaria importanza, che assicuri la qualità dei prodotti, in conformità alla Circolare n. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti.

L'Impresa sottoporrà all'approvazione della Direzione Lavori i tipi di apparecchi che intende utilizzare, unitamente ai disegni di assieme quotati ed al libretto di manutenzione, indicando le caratteristiche d'insieme degli apparecchi e le verifiche di resistenza delle singole parti componenti. Nei suddetti elaborati saranno precisate, per ciascuna parte costituente gli apparecchi, qualità e classe dei materiali nonché il peso totale di ogni apparecchio.

Per le eventuali parti in composizione saldata saranno definite le dimensioni dei cordoni e le tecnologie di saldatura.

L'Impresa, per ogni apparecchio, dovrà allegare un "Certificato di garanzia", con polizza assicurativa, per una durata di sei anni contro i rischi di guasto, rottura o deformazione degli apparecchi, rilasciato dal Produttore, che s'impegna alla riparazione e/o sostituzione degli stessi.

### **3.17.13.1 Caratteristiche degli apparecchi**

Gli apparecchi di ritegno sismico saranno di tipo elastico a doppio effetto costituiti essenzialmente da più dischi di gomma armata disposti in serie e collegati tra loro da una struttura metallica dotata di opportuni rinvii meccanici atti a tenere i dischi di gomma compressi sia che al dispositivo sia applicata una forza di compressione oppure di trazione. La Ditta produttrice dovrà consegnare diagrammi forza-spostamento al variare delle sollecitazioni dinamiche previste in caso di sisma.

Tutte le parti metalliche dovranno essere protette contro la corrosione con il seguente ciclo:

- sabbiatura a metallo bianco (SA3);
- mano di primer zincante inorganico bicomponente (spessore 0,075 mm);
- mano intermedia di vernice epossidica (spessore 0,08 mm);
- mano a finire di vernice poliuretana (spessore 0,05 mm).

Il colore del film esterno di protezione sarà il grigio calcestruzzo.

Le superfici che dovranno venire a contatto col calcestruzzo saranno protette con un film di materiale sintetico, facilmente asportabile all'atto della posa in opera, oppure con altri accorgimenti idonei a consentire la posa con superfici ancora esenti da ruggine e da altre sostanze che possano ridurre l'aderenza acciaio/malta d'ancoraggio.

I ritegni sismici saranno dotati di completa protezione antipolvere e durante il trasporto ed il montaggio, le parti mobili saranno tenute in posizione mediante bloccaggi provvisori, da eliminare dopo la posa in opera.

La pre-regolazione degli apparecchi sarà eseguita dalla Ditta produttrice; al momento del collegamento alle strutture i valori della pre-regolazione dovranno corrispondere a quelli precedentemente prescritti dalla Direzione Lavori.

Gli apparecchi dovranno essere muniti di targhetta metallica fissa con le seguenti indicazioni:

- Nome della Ditta produttrice;
- tipo di apparecchio;
- sollecitazione dinamica massima di progetto (V, in tonnellate);
- spostamento sismico di progetto (Ss, in millimetri);
- eventuali altre indicazioni utili per la corretta posa in opera.

### **3.17.13.2 Materiali**

Si richiamano, per quanto corrispondenti, le prescrizioni per gli appoggi.

### **3.17.13.3 Prove sui materiali**

Si richiamano integralmente le prescrizioni per gli appoggi.

### **3.17.13.4 Posa in opera**

La posa in opera dovrà essere eseguita dall'Impresa che sottoporrà all'approvazione della Direzione Lavori, la metodologia che intende adottare per la posa e l'ancoraggio degli apparecchi alle strutture portanti; la Direzione Lavori potrà eventualmente richiedere l'effettuazione preventiva di prove sperimentali.

Prima di iniziare le operazioni di posa in opera, dovrà essere verificata la regolarità superficiale delle sedi predisposte nelle strutture, effettuandone il ripristino se presenteranno difetti superiori alla tolleranza dello 0,1%.

Gli apparecchi devono essere adeguatamente collegati alle strutture portanti mediante perni e/o anche d'ancoraggio, bloccati con resina epossidica o getti di malta reoplastica a ritiro compensato.

Spessori di getto maggiori di 4 cm richiedono l'utilizzo di betoncino reoplastico fibrorinforzato a ritiro compensato e l'aggiunta di un'armatura di ripartizione.

### ***3.17.13.5 Collaudo in opera***

A lavori ultimati la Direzione dei Lavori sottoporrà la struttura a prove di simulazione del sisma per verificare la rispondenza degli apparecchi alle condizioni di sollecitazione previste in progetto. Le prove saranno a totale carico dell'Impresa.

### ***3.17.14 Ammortizzatori antisismici in neoprene espanso***

Dovranno essere in neoprene espanso a cellule aperte, atti a dissipare una pressione di almeno 1 MPa ad una velocità di deformazione di 150 mm/s e con uno schiacciamento pari al 50% del loro spessore.

Sulle facce soggette a compressione dovranno essere vulcanizzate due lastre in acciaio di adeguato spessore, opportunamente sagomate, per il fissaggio degli apparecchi alle strutture.

Per la composizione del neoprene (elastomero) e per le prove vale quanto esposto per gli appoggi.

### 3.18 Giunti di dilatazione su opere d'arte

#### 3.18.1 Giunti di dilatazione in acciaio-gomma, a pettine, a piastre metalliche, a lamelle

##### 3.18.1.1 Scopo

Le presenti Norme Tecniche riguardano i giunti di dilatazione di superficie, utilizzabili per opere d'arte stradali ed autostradali di nuova costruzione o in manutenzione e/o riparazione ed adeguamento.

##### 3.18.1.2 Riferimenti normativi

- Decreto Ministeriale 04.05.90:  
Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali;
- Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica (Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 e relativo D.M. in vigore);
- Istruzioni CNR 10011-85 «Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione»;
- Istruzioni CNR 10018-87 «Apparecchi d'appoggio in gomma e PTFE nelle costruzioni. Istruzioni per il calcolo e l'impiego».

##### 3.18.1.3 Tipologie di giunti

I giunti si distinguono in:

- **giunti in gomma-metallo**, normalmente costituiti da una struttura in gomma nella quale mediante il processo di vulcanizzazione o altro processo tecnologico sono inseriti dei profili metallici atti a modificare, in determinati punti, la rigidità e la portanza della struttura elastomerica;
- **giunti a pettine**, ottenuti mediante la contrapposizione di due elementi metallici (acciaio o alluminio in genere) aventi configurazione a pettine tra loro complementare;
- **giunti a piastra metallica**, nei quali una serie di piastre metalliche nude o rivestite in gomma, tra loro vincolate, forma un sistema articolato che assicura gli scorrimenti richiesti;
- **giunti a lamelle** (profilati) trasversali, in cui la continuità del piano viabile è assicurata da una serie di profili metallici posti in senso trasversale e uniti tra loro da idonei profili in gomma.

##### 3.18.1.4 Materiali - requisiti

###### *Acciaio da costruzione*

Per tutti gli acciai da costruzione impiegati per la realizzazione dei giunti dovranno essere indicate le normative di riferimento.

Gli acciai impiegati in elementi soggetti a verifica strutturale dovranno avere i seguenti requisiti minimi di resilienza:

Prova di resilienza a -20 °C

secondo UNI 4713 □ 27 J

Gli elementi in acciaio vulcanizzati a elementi in gomma e che non presentino saldature sono esclusi dalla suddetta prescrizione.

Tutte le superfici in acciaio non a contatto con il calcestruzzo devono essere protette dalla corrosione, compresa una striscia di 30 mm della parte a contatto col calcestruzzo.

Non necessitano protezioni anticorrosive gli elementi d'acciaio interamente ricoperti da gomma per uno spessore non inferiore a 2 mm e quelli del tipo WT ST 510-3, 9 Cr NiCu P324, CORTEN o similari.

Per la definizione del sistema di protezione anticorrosiva, l'Impresa dovrà documentare:

- la preparazione della superficie;
- il tipo di rivestimento della superficie (zincatura a spruzzo, due strati di vernice epossidica, clorocaucciù, ecc.);
- il numero di strati di vernice impiegata;
- lo spessore minimo di un singolo strato asciutto e spessore minimo totale del film secco;
- la procedura per il trattamento di danneggiamenti locali nella protezione anticorrosiva.

La documentazione deve essere controfirmata dal Produttore di materie prime o componenti che costituiscono l'appoggio.

### ***Acciaio inossidabile***

Per tutti gli acciai inossidabili impiegati per la realizzazione dei giunti dovranno essere indicate le normative di riferimento.

#### Superfici di scorrimento e scossaline

Per le superfici di scorrimento in accoppiamento con parti in PTFE è prescritto l'impiego di acciaio inossidabile tipo X5 Cr NiMo 1712 UNI 8317 (AISI 316).

La scossalina principale di tenuta trasversale, se realizzata in lamiera di acciaio inossidabile, dovrà essere in X5 Cr Ni 1810 UNI 8317 (AISI 304), di almeno 0,6 mm di spessore e di valori superiori per giunti di grossa escursione.

#### Ancoraggi e bulloneria

Per i tirafondi e la bulloneria in genere sarà impiegato acciaio inossidabile dei seguenti tipi:

- X16 CrNi 16                                  UNI 6901-71 allo stato bonificato
- X5 CrNiMo 1712                              UNI 6901-71

### ***Leghe di alluminio***

Per tutte le leghe di alluminio dovranno essere indicate le normative di riferimento. Per la lega di alluminio impiegata nella realizzazione di elementi esposti al traffico dovrà essere prodotta una lista di referenze in impieghi analoghi che n'attesti l'idoneità e la validità nel tempo.

Le caratteristiche minime, salvo migliori prestazioni richieste dal progettista, dovranno risultare le seguenti:

- 1) Carico unitario di rottura a trazione    secondo UNI 10002 215 MPa
- 2) Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità secondo UNI 10002 175 MPa
- 3) Allungamento secondo UNI 10002    1,5%
- 4) Durezza Brinell secondo UNI 560    70

### ***Gomma***

Le caratteristiche della gomma dovranno essere conformi alle Istruzioni CNR 10018/87.

La scossalina principale di tenuta trasversale, se realizzata in gomma, dovrà essere in uno dei seguenti materiali e spessori minimi, salvo richieste da parte del progettista di migliori caratteristiche:

- guaina in gomma policloroprenica di almeno 2 mm di spessore;
- guaina in Hypalon di almeno 1,2 mm di spessore;
- guaine in doppio strato di hypalon-gomma policloroprenica rispettivamente di spessore 1 e 2 mm per complessivi 3 mm.

### ***Malte, betoncini e resine***

- Malta cementizia, reoplastica, a ritiro compensato, fibrinforzata, predosata con le caratteristiche indicate nelle malte per ripristini, tipo C, salvo migliori disposizioni progettuali.
- Betoncino cementizio, reoplastico, a ritiro compensato, fibrinforzato con le caratteristiche indicate nei betoncini per ripristini, tipo G, salvo migliori disposizioni progettuali.

- Malta di resina per spessoramenti con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

- 1) Classe di resistenza a compressione - UNI 6132 rilevata su cubi aventi lato di 40 mm a 20 °C dopo 1 d di stagionatura 60 MPa.
- 2) Resistenza a flessotrazione rilevata su prismi di 40•40•160 mm a 20 °C dopo 1 d di stagionatura in accordo alla UNI 6133 25 MPa.
- 3) Modulo elastico secante a compressione secondo UNI 6556 10.000 MPa.
- 4) Adesione al calcestruzzo - UNI 8298/1 3 MPa (rottura del supporto in cls).
- 5) Ritiro - UNI 8687 inferiore a 0,005%
- 6) Assorbimento di acqua - UNI 7699 inferiore a 0,3% in peso.

- Sigillante di natura polisolfurica con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

- 1) Resistenza a trazione - UNI 8202 parte 8 0,5 MPa;
- 2) Allungamento a rottura - UNI 8202 parte 8 250%;
- 3) Permeabilità all'acqua - UNI 8202 parte 21 nulla;
- 4) Resistenza in nebbia salina - ASTM R 117 650 h
- 5) Durezza - UNI 4916 25 ShA

- Malta di resina con funzione di adesivo con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

- 1) Resistenza a compressione - UNI 4279 90 MPa;
- 2) Resistenza a flessotrazione - UNI 7219 50 MPa;
- 3) Adesione al metallo - ASTM D 1002 10 MPa
- 4) Adesione al calcestruzzo - UNI 8298/1 3 MPa (rottura del supporto in cls)
- 5) Ritiro lineare - ASTM D 2556 inferiore a 0,0013 cm/cm
- 6) Modulo elastico secante a compressione - UNI 6556 6 GPa
- 7) Gel time - ASTM D 2471 5 °C = 150 min 20 °C = 45 min.

- Malta di resina con funzione impermeabilizzante-sigillante con le seguenti caratteristiche salvo migliori disposizioni progettuali:

- 1) Resistenza a trazione - UNI 8202 3 MPa
- 2) Durezza - UNI 4916 80 ShA
- 3) Deformazione residua a trazione - UNI 8202 parte 10 < 15%
- 4) Permeabilità all'acqua - UNI 8202 parte 21 nulla
- 5) Adesione al calcestruzzo - UNI 8298/1 3 MPa (rottura del supporto in cls)

### **3.18.1.5 Posa in opera**

#### ***Piani e vani di posa***

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori un mese prima di iniziare le lavorazioni i disegni relativi alle predisposizioni ed alla procedura di montaggio in opera, riferite ad ogni tipologia di giunto o se necessario ad ogni singolo giunto di dilatazione, in posizione di apertura media.

Su tali elaborati dovranno essere riportate le tolleranze di fabbricazione secondo normativa UNI 5307 e le tolleranze relative alle operazioni di posa in opera. Tali indicazioni dovranno in ogni caso riguardare i seguenti punti:

- planarità dei piani di posa;
- complanarità dei due diversi piani di posa;
- dimensioni del varco riferite a temperatura media;
- posizione ed interassi degli ancoraggi.

Tali elaborati saranno ritenuti idonei previa accettazione da parte della Direzione Lavori.

Variazioni rispetto ai valori progettuali riportati nei suddetti disegni dovranno essere concordate con la Direzione Lavori e controfirmati dal Fornitore in qualità di progettista e costruttore dell'appoggio.

Nel caso di installazione di giunti su opere nuove, la posa in opera dopo la stesa della pavimentazione, sarà realizzata secondo le seguenti fasi esecutive:

- taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore lungo le linee delimitanti la fascia da asportare;
- demolizione della pavimentazione e dell'eventuale strato di impermeabilizzazione;
- asportazione di eventuali strutture di giunto provvisorio;
- ravvivatura dell'estradosso soletta mediante fresatura, sabbiatura o bocciardatura;
- eventuale getto di malta e/o betoncino cementizi reoplastici, a ritiro compensato, fibrorinforzati, predosati, opportunamente armati, collegati alla testata, per portare in quota il piano di appoggio dell'apparecchio di giunto;
- posizionamento del giunto, da effettuare con appositi apparecchi di livellazione in funzione delle quote della pavimentazione adiacente. La differenza di quota tra il piano della pavimentazione ed il piano del giunto sarà compresa tra +5 mm e 0 mm;
- pre-regolazione, da eseguire a cura di tecnici qualificati e con specifiche attrezzature, tenendo conto dell'apertura strutturale esistente, della funzionalità del giunto precedentemente approvato nonché della stagione e delle caratteristiche dell'opera.

Il raccordo con la pavimentazione, salvo diverse prescrizioni del progetto, sarà di larghezza minima di 100 mm se eseguito con betoncino cementizio, reoplastico, a ritiro compensato, fibrorinforzato e di 50 mm se eseguito con altro prodotto specifico (asfalto colato, resina a basso modulo elastico, ecc.) con caratteristiche indicate dall'Impresa e accettate dalla Direzione Lavori.

I raccordi con i cordoli e le barriere saranno realizzati in funzione delle escursioni del giunto:

- per i giunti di escursione < 50 mm:

- guarnizione elastica inserita nell'apertura strutturale eseguita con materiale conforme a quanto specificato nell'art. 0;

- per giunti di escursione > di 50 mm:

- coprigiunti metallici solidali ad un impalcato e scorrevoli sull'altro realizzati con materiali conformi a quanto specificato nell'art. 28.1.4.1, protetti dalla corrosione conformemente a quanto specificato nell'art. 0.

Nel caso di manutenzioni, ripristini e adeguamenti, alle operazioni precedentemente descritte sono da aggiungere:

- eventuale asportazione di giunto esistente ammalorato;
- eventuale ripristino della testata di soletta con malta e/o betoncino cementizi reoplastici, a ritiro compensato, fibrorinforzati, predosati opportunamente armati, collegati alla testata, secondo il tipo di degrado riscontrato; tale ripristino avverrà, previa verifica di funzionalità delle armature esistenti e loro eventuale integrazione, con un unico getto sino alla quota del piano di appoggio dell'apparecchio di giunto.

#### ***Sistema di raccolta delle acque***

Il giunto di regola dev'essere impermeabile a tutte le acque meteoriche o di lavaggio provenienti dalla superficie del piano viabile.

La raccolta delle acque sarà assicurata, secondo quanto previsto dal progetto, da una scossalina che collega le due testate dell'apertura strutturale oppure da due gronde su ciascuna delle due testate.

Tali dispositivi non devono interferire con le strutture principali dell'opera e devono consentire agevolmente le operazioni di ispezione e manutenzione.

### **3.18.1.6 Prove e controlli**

#### **Generalità**

L'Impresa dovrà ottemperare a quanto previsto nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti.

L'accettazione delle partite avverrà tramite prove a carico delle Imprese esecutrici eseguite nel laboratorio della Società.

Qualora la Direzione Lavori rifiuti una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute.

I materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spesa della stessa Impresa.

L'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori non esime l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita delle opere.

#### **Prova funzionale del giunto**

La prova va eseguita su di un prototipo di giunto in scala reale per una larghezza:

- > 3,75 m per giunti con appoggi discontinui;
- > 1,0 m e comunque coinvolgente almeno n. 2 ancoraggi per parte, per giunti con appoggio continuo.

Le prove consisteranno in:

- n. 10 cicli sperimentali con rilevazione della caratteristica forza-spostamento alle massime escursioni di esercizio;
- n. 3 cicli sperimentali come sopra alle massime escursioni sismiche.

#### **Prove di carico**

La prova statica va effettuata su di un elemento significativo del giunto avente larghezza come definito all'art. 0 e consisterà in:

n. 1 prova statica con carico pari a  $100 \times 1,4 \times 1,3 = 182$  kN applicato ad un'impronta di  $0,30 \times 0,30$  m disposto sull'elemento di giunto alla massima apertura e nella posizione più sfavorevole. Durante la prova si misurerà la freccia del giunto che dovrà risultare < al valore teorico. Al termine della prova il giunto non dovrà presentare danneggiamenti.

#### **Prova a fatica**

È richiesta per quei tipi di giunto nei quali le parti soggette a verifica strutturale sono realizzate in elementi metallici.

La prova si effettua su di un elemento di giunto come specificato all'art. 0.

Il carico applicato deve variare da zero al carico massimo come più sotto definito con frequenza non superiore a 4 Hz per 2.000.000 di cicli.

Il carico massimo applicato deve essere pari a quello definito nel progetto incrementato del coefficiente dinamico ( $100 \text{ kN} \times 1,4$ ) su di un'impronta di  $0,30 \times 0,30$  m.

Al termine della prova il giunto non deve presentare danneggiamenti.

#### **Prova di adesione al cls**

a) eseguita in laboratorio

La prova di adesione si farà su travetti  $70 \cdot 70 \cdot 280$  mm a forma di cuneo con una faccia inclinata di  $20^\circ$ , in calcestruzzo dosato in ragione di 450 kg di cemento per metro cubo d'impasto e stagionato per 28 d.

La faccia sarà spazzolata con spazzola d'acciaio all'atto della sformatura e trattata con la mano d'attacco che sarà utilizzata durante la messa in opera.

Si procederà infine al completamento del travetto mediante colaggio della malta di ripristino.

Il carico sarà applicato assialmente sulle due facce minori.

La resistenza richiesta è quella di taglio sulla faccia inclinata di 20°.

b) eseguita in opera

La verifica di ottenimento dell'adesione in opera si otterrà con il controllo al martello in contraddittorio con l'Impresa.

Qualora risultassero superfici risonanti a vuoto l'Impresa dovrà intervenire, a sua cura e spese, nei modi ritenuti dalla Direzione Lavori più opportuni, per eliminare tali difetti.

Nel caso non fosse possibile ristabilire la continuità con la soletta sottostante l'Impresa provvederà a sua cura e spese alla demolizione e al ripristino del giunto risultato non idoneo.

#### ***Prova di sfilamento tirafondi***

La prova di sfilamento dei tirafondi deve essere eseguita con un tirafondo M16 realizzato in materiale analogo a quello utilizzato per il fissaggio dei giunti, ancorato per 110 mm in calcestruzzo Rck  $\geq$  50 MPa.

Il carico di sfilamento deve essere applicato assialmente al tirafondo con opportune attrezzature che annullino eventuali componenti deviate (snodi).

#### ***Prove di protezione anticorrosiva***

Il sistema di protezione anticorrosiva definito, deve essere qualificato tramite le seguenti prove:

- prova in nebbia salina (720 h 5% cloruro di sodio) ISO 7253 - ISO 4628/2/3/4/5;
- misurazione dello spessore minimo del film secco ISO 2080;
- prova di adesione ISO 2409 prima e dopo prova in nebbia salina;
- prova d'urto ISO/TR 6272.

I criteri di accettabilità sono riportati nella Tabella seguente:

PROVA	NORMA	CRITERI DI ACCETTABILITÀ
Nebbia salina	ISO 7253	Assenza di bolle ISO 4628/2
		Assenza di ruggine ISO 4628/3
		Assenza di distacco-Ri:1 ISO 4628/4
		Assenza di sfaldatura ISO 4628/5
Spessore minimo del film secco	ISO 2808	Come specificato in progetto
Adesione	ISO 2409	0 o 1
Urto	ISO/TR 6272	Nessun danno visibile con una massa di 1 kg ed un'altezza di caduta di 100 mm

**Controllo delle materie prime e componenti**

L'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione atta a dimostrare che le materie prime ed i componenti utilizzati per la costruzione dei giunti da parte dei Produttori siano stati prodotti in base ad un sistema di controllo di qualità.

Tutte le materie prime ed i componenti devono essere identificati in modo da poter correlare in ogni momento la documentazione di controllo agli stessi.

La rintracciabilità deve essere garantita durante tutto il processo di fabbricazione ed installazione dei giunti.

I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa e il Produttore, secondo la tabella seguente:

Tabella - Controllo di materie prime e componenti			
Tipo di controllo	Materiale o componente	Controllo in accordo con	Frequenza
Controllo da parte del Produttore e/o della Direzione Lavori	Acciaio strutturale	UNI EU 18 UNI 552 UNI EN 10025	Ogni colata
	Acciaio inossidabile	UNI 6901	Ogni colata
	Gomma	CNR 10018/87 ❶	Ogni 1,5 m <sup>3</sup> di mescola prodotta
	Lega di alluminio	UNI 10002 UNI 560	Ogni colata
	Prodotti componenti malte, betoncini e resine	UNI 6130 UNI 6132 UNI 6133 Scheda tecnica del Produttore	Come previsto dal Produttore
Rapporto di prova di laboratorio di parte terza	Acciaio strutturale ❷	UNI EN 18 UNI 552 UNI EN 10025	Ogni 12 mesi
	Acciaio inossidabile ❷	UNI 6901	Ogni 12 mesi
	Gomma ❷	CNR 10018/87	Ogni 12 mesi
	Prodotti componenti malte, betoncini e resine ❷	Tutti i controlli previsti al punto 28.1.4.5 delle presenti Norme	Ogni 12 mesi
Note:			
❶ ad esclusione delle seguenti prove: ⇒ Modulo G in accordo alla CNR 10018187 cap. 7 e successivi aggiornamenti.			
❷ da eseguire esclusivamente nel caso in cui il materiale non provenga regolarmente da produttori operanti con sistema di controllo della qualità certificato in accordo alle norme della serie UNI EN 29000 o ISO 9000.			

**Controlli in corso di montaggio**

I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa e il Fornitore, secondo la tabella seguente:

Tabella - Controlli in corso di montaggio					
Tipo di controllo	Soggetto del controllo	Caratteristiche da controllare	Controllo in accordo con	Frequenza	
Controllo da parte della Direzione Lavori, dell'Impresa e del Fornitore	Fenditura strutturale	Apertura	Dati forniti da Direzione Lavori	Ogni giunto	
	Nicchie di alloggiamento	Dimensioni	Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore	Ogni giunto	
	Malte, betoncini e resine	Resistenza a compressione	UNI 6130 UNI 6132	ogni lotto di fornitura non superiore a 100 m di giunto e per ogni tipo di malta, betoncino o resina	
	Tirafondi	Coppia di serraggio		Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore	Ogni tirafondo ❶
		Lunghezza di inghisaggio		Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore	Ogni giunto
	Giunto	Preregolazione		Dati forniti dalla Direzione Lavori	Ogni giunto
		Temperatura alla posa		Dati di progetto	Ogni giunto
		Tolleranza di posa in opera		Cap. 28.1.5 delle presenti Norme	Ogni giunto

Note:

❶ La frequenza di prova potrà essere ridotta al 10% dei tirafondi solo se sarà utilizzata sistematicamente un'ideale attrezzatura semiautomatica che assicuri costantemente il corretto serraggio dei tirafondi (avvitatori elettrici o pneumatici regolabili o chiave dinamometrica).

Nel caso che al controllo della Direzione Lavori il corretto serraggio dei tirafondi non sia accettabile nella percentuale compresa tra il 20% e il 50%, sarà esteso il controllo al 20% dei tirafondi; nel caso in cui al controllo della Direzione Lavori, il corretto serraggio non è accettabile nella percentuale compresa tra il 50% e il 100%, sarà eseguito il controllo su tutti i tirafondi.

**Controlli sui prodotti finiti**

I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa e il Fornitore, secondo la tabella seguente:

Tabella - Controlli sui prodotti finiti			
Tipo di controllo	Soggetto del controllo	Controllo in accordo con	Frequenza
Controllo da parte della Direzione Lavori, dell'Impresa e del Fornitore	Dimensioni	Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore	In accordo a quanto definito dalla UNI 4842-75 per il Piano di Campionamento doppio, livello qualitativo L.Q.A. 4%
	Durezza (ove applicabile)	Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore UNI 4916	In accordo a quanto definito dalla UNI 4842-75 per il Piano di Campionamento doppio, livello I qualitativo L.Q.A. 4%
	Protezione anticorrosiva (ove applicabile)	Disegni forniti dall'Impresa controfirmati dal Fornitore	In accordo a quanto definito dalla UNI 4842-75 per il Piano di Campionamento doppio, livello I qualitativo L.Q.A. 4%

**Controllo dell'inquinamento acustico sui giunti**

Per verificare le caratteristiche acustiche dei giunti la Direzione Lavori prescriverà l'esecuzione di una prova finalizzata a misurare l'incremento di rumore dovuto al passaggio del veicolo sul giunto.

Il rumore è, sia quello prodotto verso l'alto rispetto al piano viabile, sia quello prodotto verso il basso, sotto l'intradosso dell'impalcato.

La prova dovrà essere effettuata al fine di:

- omologare preventivamente i giunti;
- verificare la corrispondenza dei giunti installati rispetto a quanto originariamente omologato;
- collaudare il giunto in situ;
- verificare nel tempo il mantenimento delle proprietà acustiche.

La prova andrà effettuata su strada sul giunto installato o anche, se necessario, al di sotto del viadotto.

La velocità del vento durante le misurazioni dovrà essere inferiore a 2 m/s.

La strumentazione di misura dovrà essere conforme a quanto prescritto per i fonometri di classe 1 della norma IEC 651 ovvero CEI 29-1. Se si utilizzano fonometri integratori si dovrà fare riferimento alle norme IEC 831; per i filtri in banda di ottava o terzi di ottava si farà riferimento alla IEC 225.

Le misure di rumore andranno effettuate utilizzando la ponderazione A e la costante di tempo slow.

La sorgente di rumore sarà costituita da un veicolo leggero (es. Fiat Uno) che transita sul giunto con velocità di 100 km/h.

La prova andrà poi ripetuta utilizzando come sorgente di rumore un veicolo pesante definito dalla Direzione Lavori a velocità di 70 km/h.

Per tale prova il microfono ricevitore sarà posto in corrispondenza del giunto ad 1,5 m di altezza dal piano viabile ed un altro microfono sarà posto a 50 m dopo il giunto, entrambi a 4 m di distanza dall'asse del veicolo. La prova andrà eseguita con due microfoni in modo sequenziale,

ciascuna per un intervallo di tempo di 2 s relativo al passaggio del veicolo davanti al microfono stesso.

Le rilevazioni andranno effettuate con queste modalità in tratti di strada adiacenti in presenza ed in assenza di giunto ottenendo così i valori dell'incremento di rumore dovuto al giunto come differenza fra le varie letture strumentali.

Ciascuna delle prove previste:

a) in assenza ed in presenza di giunto con veicolo leggero;

b) in assenza ed in presenza di giunto con veicolo pesante;

andrà ripetuta almeno 3 volte e il risultato sarà dato dal valore medio dei valori rilevati nei tre passaggi.

Il confronto tra il rumore misurato in presenza del giunto rispetto a quello misurato in assenza del giunto sarà rilevato con il SEL (Sound Exposure Level) espresso in dB (A).

#### **3.18.1.7 Piano di assicurazione qualità**

Il piano di assicurazione di qualità (PAQ) comprende la descrizione del processo di produzione ed installazione dei giunti e la precisazione di tutti i controlli eseguiti per assicurare in modo soddisfacente la rispondenza dei giunti alle presenti Norme Tecniche.

L'Impresa deve consegnare il PAQ alla Direzione Lavori, unitamente al progetto esecutivo dei giunti prima dell'inizio della produzione degli stessi, dopo essere stato controfirmato per la parte di competenza dal Fornitore.

#### **3.18.1.8 Manutenzione dei dispositivi**

Ogni giunto di dilatazione, o se sufficiente ogni tipologia, dovrà essere dotato di un manuale di manutenzione fornito dall'Impresa e controfirmato dal Fornitore, in cui sono indicati modalità, tempistica e frequenza degli interventi di manutenzione ordinaria da eseguirsi sul dispositivo.

In tale manuale dovranno essere riportate anche le procedure da attuare nel caso che si rendessero necessari interventi di manutenzione straordinaria.

#### **3.18.1.9 Penali**

- Penalità per il non raggiungimento delle prestazioni degli apparecchi di giunto previste in progetto:

qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli richiesti, secondo le presenti Norme, il Progettista eseguirà una verifica della sicurezza.

Se tale verifica desse esito positivo, l'apparecchio sarà accettato ma il suo prezzo unitario sarà decurtato del 20%;

qualora i valori risultassero superiori a tale 10% o la precedente verifica avesse dato esito negativo, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla sostituzione della fornitura con giunti di caratteristiche adeguate alle prestazioni richieste.

- Penali per difetti di impermeabilizzazione:

se entro due anni dalla sua costruzione, durante la pioggia e/o dopo alcune ore dall'ultima precipitazione atmosferica, si vedessero scolature di acqua per un'estensione fino al 15% della sua lunghezza, sarà applicata una penale del 15% del prezzo pagato per tutte le lavorazioni e forniture necessarie alla sua costruzione.

In caso di scolature per un'estensione superiore a detto valore, il giunto dovrà essere ripristinato dall'Impresa a sua cura e spesa.

- Penalità per insufficiente adesione dei materiali di ripristino supporto ai giunti metallici:

nel caso di superfici risonanti a vuoto e sulle quali non è stato possibile eliminare il difetto, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla rimozione completa dei materiali già posti in opera e alla loro sostituzione con materiali idonei.

- Penalità per mancata regolarità:

la regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici in corrispondenza dei giunti di dilatazione degli impalcati da ponte dovrà rispondere al seguente requisito:

indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione inferiore a 5,0 mm.

Le misure del profilo longitudinale interessano almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere eseguite in un periodo compreso tra il 15° e il 180° giorno dell'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN.

Tali misure dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm e i valori dell'indice IRI saranno calcolati a partire da tale profilo con un "passo" di 5 m.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale dei giunti di dilatazione si farà riferimento ai valori dell'indice IRI nel cui intervallo di calcolo ( $L=5$  m) si trova ad essere posizionato almeno un giunto; qualora tale parametro non soddisfi le condizioni richieste, il giunto di dilatazione, ricadente nel relativo intervallo di calcolo sarà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva del giunto anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

Il valore della soglia di non accettabilità è:

IRI= 7 mm/m

Qualora il valore IRI, come definito in precedenza, sia maggiore o uguale al valore ritenuto accettabile sopra specificato, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa per tutta la larghezza ed al rifacimento del giunto di dilatazione; il nuovo giunto sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo ed agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

- Penali per il rumore:

il limite di accettazione acustica del giunto, anche in relazione alle normative in corso di promulgazione, sarà indicato in fase progettuale; il superamento di detto limite comporterà una riqualificazione gratuita del giunto stesso o, in caso di insuccesso, una sua completa sostituzione con un giunto di caratteristiche migliori.

### **3.18.2 Giunti di dilatazione a tampone**

I giunti di dilatazione a comportamento elastico viscoso sono attualmente distinti in:

- Giunti a tampone viscoelastico: sono giunti il cui dispositivo di continuità e di supporto è costituito da una miscela di bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o plastomerica ed inerti di granulometria compresa tra 15-20 mm.
- Giunti a tampone ANIDRO "brev. AUTOSTRADE": sono giunti con tampone costituito da una miscela di bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o plastomerica, inerti di granulometria compresa tra 15-20 mm e supporti di impermeabilità in malta cementizia fibrinforzata.

#### **3.18.2.1 Generalità**

##### ***Malte e betoncini per ripristini di testate di solette***

La posa in opera del giunto di dilatazione a tampone sarà preceduta dall'eventuale ricostruzione del profilo degli elementi strutturali in calcestruzzo (testate solette). Le caratteristiche tecniche dei materiali utilizzati per la ricostruzione sono indicate nel capitolo riguardante i materiali per i ripristini, riportato nelle presenti Norme.

##### ***Dispositivo per i cordoli***

Come integrazione ai giunti di dilatazione di tipo viscoelastico, dovranno essere posti in opera dispositivi di finitura del giunto sul cordolo, nel caso che l'opera d'arte sia dotata di cordolo con

barriera metallica o con barriera New Jersey. Di tale fornitura le Imprese dovranno esporre sia le modalità di posa in opera, che le caratteristiche dei materiali impiegati.

#### ***Sistema di raccolta delle acque***

Il giunto di regola deve essere impermeabile a tutte le acque meteoriche o di lavaggio provenienti dalla superficie del piano viabile.

La raccolta delle acque sarà assicurata, secondo quanto previsto dal progetto, da una scossalina che collega le due testate della apertura strutturale oppure da due gronde su ciascuna delle due testate. Tali dispositivi non devono interferire con le strutture principali dell'opera e devono consentire agevolmente le operazioni di ispezione e manutenzione.

#### ***Prescrizioni acustiche dei giunti a tamponi***

Per verificare le caratteristiche acustiche dei giunti installati lungo la rete si prescrive l'esecuzione di una prova finalizzata a misurare l'incremento di rumore dovuto al passaggio del veicolo sul giunto.

Il rumore è sia quello prodotto verso l'alto rispetto al piano viabile, sia quello prodotto verso il basso, sotto l'intradosso dell'impalcato.

La prova dovrà essere effettuata al fine di:

- omologare preventivamente i giunti;
- verificare la corrispondenza dei giunti installati rispetto a quanto originariamente certificato;
- collaudare il giunto in situ;
- verificare nel tempo il mantenimento delle proprietà acustiche.

La prova andrà effettuata su strada sul giunto installato o anche, se necessario, al di sotto di essa. La velocità del vento durante le misurazioni dovrà essere inferiore a 2 m/s.

La strumentazione di misura dovrà essere conforme a quanto prescritto per i fonometri di classe 1 della norma IEC 651 ovvero CEI 29 -1.

Se si utilizzano fonometri integratori si dovrà fare riferimento alle norme IEC 831; per i filtri in banda di ottava o terzi di ottava si farà riferimento alla IEC 225.

Le misure di rumore andranno effettuate utilizzando la ponderazione A e la costante di tempo slow. La sorgente di rumore sarà costituita da un veicolo leggero (es. Fiat Uno) che transita sul giunto con la velocità di 100 km/h.

La prova andrà poi ripetuta utilizzando come sorgente di rumore un veicolo pesante definito dalla Direzione Lavori a velocità di 70 km/h.

Per tale prova il microfono ricevitore sarà posto in corrispondenza del giunto ad 1,5 m di altezza dal piano viabile ed un altro microfono sarà posto a 50 m dopo il giunto, entrambi a 4 m di distanza dall'asse del veicolo. La prova andrà eseguita con due microfoni in modo sequenziale, ciascuna per un intervallo di tempo di 2 s relativo al passaggio del veicolo davanti al microfono stesso.

Le rilevazioni andranno effettuate con queste modalità in tratti di strada adiacenti in presenza ed in assenza di giunto ottenendo così i valori dell'incremento di rumore dovuto al giunto come differenza fra le varie letture strumentali.

Ciascuna delle prove previste:

- a) - in assenza ed in presenza di giunto con veicolo leggero;
  - b) - in assenza ed in presenza di giunto con veicolo pesante;
- effettuata con questa modalità, andrà ripetuta almeno 3 volte e il risultato sarà dato dal valore medio dei valori rilevati nei tre passaggi.

Il confronto tra il rumore misurato in presenza del giunto rispetto a quello misurato in assenza sarà rilevato con il SEL (Sound Exposure Level) espresso in dB (A).

La Direzione Lavori, qualora lo ritenesse opportuno al fine di verificare l'eventuale aumento di rumorosità prodotto dal nuovo giunto, si riserva la facoltà di eseguire delle apposite prove.

Il limite di accettazione acustica del giunto anche in relazione alle normative in corso di promulgazione, sarà indicato in fase progettuale, il superamento di detto limite comporterà una riqualificazione gratuita del giunto stesso o, in caso di insuccesso, una sua completa sostituzione con un giunto di caratteristiche migliori.

### **3.18.2.2 Giunto a tampone viscoelastico**

Il giunto a tampone viscoelastico dovrà essere costituito dalle seguenti parti:

- Dispositivo di drenaggio delle acque di sottopavimentazione;
- il convogliamento e lo smaltimento delle acque dovrà avvenire in zone che non insistono sulle strutture principali dell'opera. Il dispositivo sarà costituito da un tubo microfessurato avvolto in un sottile foglio di tessuto non tessuto;
- Dispositivo di sostegno del tampone bituminoso in lamierino di acciaio di dimensioni 0,30x0,15x0,002 m;
- tale dispositivo deve consentire le dilatazioni termiche della soletta mantenendo inalterata la sua funzionalità; esso deve inoltre conservare le proprie caratteristiche di tenuta alle temperature di getto del tampone viscoelastico.
- Tampone in conglomerato bituminoso chiuso;
- il giunto deve risultare impermeabile, pur consentendo i movimenti di tipo viscoso previsti. Il tampone deve aderire perfettamente alle pareti verticali della pavimentazione e non presentare sconessioni. La sua composizione è descritta al punto 28.2.2.2.
- Lo spessore minimo del tampone viscoelastico deve essere di 11 cm.

### **Modalità di esecuzione del giunto**

Il giunto a tampone viscoelastico deve essere posto in opera a pavimentazione finita.

L'intera lavorazione comprende:

- asportazione della pavimentazione a cavallo dei giunti di dilatazione da realizzare mediante taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore fino a raggiungere l'estradosso delle solette di impalcato, demolizione della pavimentazione e dell'eventuale sottostante strato impermeabilizzante e trasporto a discarica di tutto il materiale di risulta;
- asportazione di eventuali materiali aventi funzione di giunto provvisorio;
- accurata pulizia del piano di posa del tampone o asportazione del calcestruzzo degradato o in fase di distacco;
- trattamento di sabbiatura dell'armatura eventualmente scoperta;
- eventuale ripristino delle testate delle solette con malta e/o betoncino reoplastici fibrorinforzati o con malte cementizio-epossidiche mantenendo la giusta distanza ed una forma il più possibile regolare tra le testate contrapposte;
- asciugatura della sede del giunto a mezzo di lancia termica;
- stesa di una membrana impermeabilizzante (dopo adeguata maturazione della malta) in BITUTHENE HD o ELOTENE-LASCO su tutta la sede del giunto, con l'accortezza che la membrana abbia gioco sufficiente ad assecondare i movimenti del giunto fino alla massima apertura, senza mai introdurre sollecitazioni di trazione su quest'ultima, posta in opera con la consueta forma ad omega tra le testate di soletta;
- introduzione a forza all'interno dello spazio tra le testate delle solette dell'impalcato di una treccia in poliuretano espanso avente la funzione di contenere la prima colata di bitume modificato;
- posa del dispositivo di drenaggio microfessurato rivestito di tessuto non tessuto;
- prima colata di bitume modificato su tutta la sede del giunto (pareti verticali e fondo) impregnando anche la treccia poliuretana in modo da impermeabilizzarla;
- posa del dispositivo di sostegno in lamierino di adeguata larghezza e spessore e lunghezza pari a 0,30 m, collocati l'uno accanto all'altro;

- seconda colata di bitume modificato sull'intera superficie orizzontale;
- realizzazione del tampone mediante stesa in unico o più strati e successivo costipamento del materiale fino a raggiungere una perfetta complanarità col piano viario;
- colata di finitura in bitume modificato per l'intasamento dei vuoti residui.

***Tampone in bitume modificato ed inerti***

Il tampone viscoelastico sarà costituito da legante e bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o termoplastici, con bitume di tipo E.

TABELLA - BITUME HARD - LEGANTE "E" (%DI MODIFICANTE/I (\*)  $\geq$  8%)

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione @ 25 °C	0,1 mm	EN 1426; CNR 24/71	100-150
Punto di rammollimento (00)/valore minimo P.A.	°C	EN 1427; CNR 35/73	$\geq$ 24/70
Punto di rottura (Fraass), max	°C	CNR 43/74	$\leq$ -17
Viscosità dinamica @ 160 °C, $\gamma=100 \text{ s}^{-1}$ , max	Pa*s	SN 67.1722a	$\leq$ 0,8
Ritorno elastico @ 25 °C, 50 mm/min	%	DIN 52013; (CNR 44/74 modificata)	$\geq$ 70
Stabilità allo stoccaggio 3 d, @ 180 °C	°C	Vedi Norma in appendice	$\leq$ 3
Punto di rammollimento, max			
Valori dopo RTFOT (*0*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) @ 163 °C, max	%	CNR 54/77	$\leq$ 0,8
±			
Penetrazione residua @ 25 °C, max	%	EN 1426; CNR 24/71	$\leq$ 50
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427; CNR 35/73	$\leq$ 10

(\*) Si intendono polimeri elastomerici e/o termoplastici tipo: SBS r, SBS l, SIS, EVA, LDPE, la percentuale complessiva è indicativa; LDPE è presente solo per le pavimentazioni da viadotto.

(00) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base.

(\*0\*) Rolling Thin Film Oven Test.

- Inerti

L'aggregato dovrà essere costituito da materiale basaltico o anche da pietrischetti e graniglie di provenienza o natura petrografica diversa, con granulometria compresa tra i 15 e 20 mm.

Tali inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR fasc. 4/1953, cap. 1 e 2 e rispondenti ai requisiti della prima categoria.

In ogni caso la qualità della roccia, da cui è ricavato per frantumazione l'inerte, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n. 34 del 28/03/73 - Prova C) perdita di peso inferiore o uguale al 20%.

### **3.18.2.3 Giunti a tampone**

Il giunto a tampone dovrà essere costituito dalle seguenti parti:

- Dispositivo di drenaggio delle acque di sottopavimentazione;

il convogliamento e lo smaltimento delle acque dovrà avvenire in zone che non insistono sulle strutture principali dell'opera. Il dispositivo sarà costituito da un tubo microfessurato, da fori sulla testata di soletta del diametro di 30 mm posti ad interasse di 1 m o maggiore, previo concordamento con la Direzione Lavori, completi di tubetto in PVC di adeguato spessore e diametro, sigillati con stucco, con tutti gli accorgimenti necessari ad impedirne l'otturazione, e da un getto di conglomerato bituminoso drenante.

- Dispositivo di sostegno del tampone bituminoso in lamierino di acciaio inox di dimensioni 0,30x0,15x0,002 m;

tale dispositivo deve consentire le dilatazioni termiche della soletta mantenendo inalterata la sua funzionalità; esso deve inoltre conservare le proprie caratteristiche di tenuta alle temperature di getto del tampone viscoelastico.

- Tampone in conglomerato bituminoso chiuso;

esso deve risultare impermeabile, pur consentendo i movimenti di tipo viscoso previsti. Il tampone deve aderire perfettamente alle pareti verticali della pavimentazione e non presentare sconnessioni ed avere le caratteristiche specificate nel seguente punto 28.2.3.2. Lo spessore minimo del tampone viscoelastico deve essere di 0,10 m.

#### **Modalità di esecuzione del giunto**

Il giunto a tampone deve essere posto in opera a pavimentazione finita.

L'intera lavorazione comprende:

- l'asportazione della pavimentazione a cavallo dei giunti di dilatazione da realizzare mediante taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore fino a raggiungere l'estradosso delle solette di impalcato, demolizione della pavimentazione e dell'eventuale sottostante strato impermeabilizzante e trasporto a discarica di tutto il materiale di risulta;
- asportazione di eventuali materiali aventi funzione di giunto provvisorio;
- ravvivatura estradosso soletta e/o asportazione del calcestruzzo degradato o in fase di distacco;
- esecuzione di fori nelle testate delle solette del diametro di 30 mm posti ad un interasse di 1 m o maggiore e corredati di un'adeguata svasatura per rendere più agevole la captazione delle acque; nell'eventualità che in corrispondenza degli stessi si incontri il traverso di testata si procederà operando con una certa inclinazione tale da non interferire con il traverso stesso;
- trattamento di sabbiatura dell'armatura eventualmente scoperta;
- eventuale ripristino delle testate delle solette con malta e/o betoncino reoplastici fibrorinforzati o con malte cementizio-epossidiche mantenendo la giusta distanza tra le testate contrapposte;
- lavaggio con acqua in pressione o con vapore;
- getto di malta reoplastica premiscelata a ritiro compensato rinforzata con fibre di carbonio, avente una contropendenza longitudinale verso i fori precedentemente realizzati;
- stesa di una membrana impermeabilizzante (dopo adeguata maturazione della malta) in BITUTHENE HD o ELOTENE HD su tutta la sede del giunto, con l'accortezza che la membrana abbia gioco sufficiente ad assecondare i movimenti del giunto fino alla massima apertura, senza mai introdurre sollecitazioni di trazione su quest'ultima, posta in opera con la consueta forma ad omega tra le testate di soletta;
- introduzione a forza all'interno dello spazio tra le testate delle solette dell'impalcato di una treccia in poliuretano espanso;

- posa nei fori della soletta di tubi in PVC del diametro 25 mm aventi una lunghezza sufficiente e comunque mai inferiore allo spessore della soletta;
- posa del dispositivo di drenaggio microfessurato rivestito di tessuto non tessuto;
- inserimento nei fori di drenaggio di uno strato di geotessile tessuto non tessuto con adeguate caratteristiche di resistenza al calore;
- getto di conguaglio in conglomerato bituminoso drenante fino al raggiungimento della quota dell'estradosso del getto necessario alla contropendenza;
- posa dei dispositivi di sostegno in lamierino di adeguata larghezza e spessore, con lunghezza pari a 0,30 m, collocati l'uno accanto all'altro;
- colata di bitume modificato sull'intera superficie orizzontale e verticale, a temperatura tale da non intasare il sottostante conglomerato bituminoso drenante;
- realizzazione del tampone mediante stesa in unico strato e successivo costipamento del materiale fino a raggiungere una perfetta complanarità col piano viario;
- colata di finitura in bitume modificato per l'intasamento dei vuoti residui;
- posa in opera nell'intradosso delle testate di soletta di un canale di raccolta in PVC delle acque provenienti dai fori di drenaggio.

***Tampone in bitume modificato ed inerti***

Il tampone viscoelastico sarà costituito da:

- legante

bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o termoplastici, con bitume di tipo E.

TABELLA - BITUME HARD - LEGANTE "E" (%DI MODIFICANTE/I (\*)  $\geq$  8%)

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione @ 25 °C	0,1 mm	EN 1426; CNR 24/71	100-150
Punto di rammollimento ( <sup>00</sup> )/valore minimo P.A.	°C	EN 1427; CNR 35/73	$\geq$ 24/70
Punto di rottura (Fraass), max	°C	CNR 43/74	$\leq$ -17
Viscosità dinamica @ 160 °C, $\gamma=100 \text{ s}^{-1}$ , max	Pa*s	SN 67.1722a	$\leq$ 0,8
Ritorno elastico @ 25 °C, 50 mm/min	%	DIN 52013; (CNR 44/74 modificata)	$\geq$ 70
Stabilità allo stoccaggio 3 d, @ 180 °C	°C	Vedi Norma in appendice	$\leq$ 3
Punto di rammollimento, max			
Valori dopo RTFOT (*0*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) @ 163 °C, max	%	CNR 54/77	$\leq$ 0,8
±			
Penetrazione residua @ 25 °C, max	%	EN 1426; CNR 24/71	$\leq$ 50
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427; CNR 35/73	$\leq$ 10

(\*)Si intendono polimeri elastomerici e/o termoplastici tipo: SBS r, SBS l, SIS, EVA, LDPE, la percentuale complessiva è indicativa; LDPE è presente solo per le pavimentazioni da viadotto.

(00) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base.

(\*0\*) Rolling Thin Film Oven Test.

- Inerti

L'aggregato dovrà essere costituito da materiale basaltico o anche da pietrischetti e graniglie di provenienza o natura petrografica diversa, con granulometria compresa tra i 15 e 20 mm.

Tali inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR fasc. 4/1953, cap. 1 e 2 e rispondenti ai requisiti della prima categoria.

In ogni caso la qualità della roccia, da cui è ricavato per frantumazione l'inerte, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n. 34 del 28/03/73 - Prova C) perdita di peso inferiore o uguale al 20%.

#### **3.18.2.4 Controllo dei requisiti di accettazione e penalità**

L'Impresa dovrà ottemperare a quanto previsto nella circolare del Ministero dei LL.PP. n. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti.

L'Impresa ha l'obbligo di eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato o di legante per la relativa accettazione da parte della Direzione Lavori.

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa delle lavorazioni alle prescrizioni contrattuali.

Per effettuare tali determinazioni la Direzione Lavori si dovrà servire del Laboratorio della Società. I costi delle prove saranno addebitati all'Impresa esecutrice.

Eventuali materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Per i materiali usati nelle riparazioni e nelle forniture, qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli richiesti, il progettista eseguirà una verifica della sicurezza.

Se tale verifica desse esito positivo, il materiale sarà accettato ma il suo prezzo unitario sarà decurtato del 20%, per tutte le superfici ed i volumi su cui si è operato e per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stato compensato.

Qualora i valori risultassero superiori al 10% richiesto o la precedente verifica abbia dato esito negativo, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla rimozione dei materiali già posti in opera e alla loro sostituzione con materiali idonei.

Per le superfici risuonanti a vuoto sulle quali non è stato possibile eliminare i difetti, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla rimozione dei materiali già posti in opera e alla loro sostituzione con materiali idonei.

Inoltre i giunti dovranno presentare buona regolarità, basso livello di produzione di rumore al passaggio dei veicoli e perfetta impermeabilità.

Il giunto sarà considerato impermeabile se entro due anni dalla sua posa in opera, durante la pioggia e/o dopo alcune ore dall'ultima precipitazione atmosferica, non si vedranno scolature di acqua per un'estensione fino al 10% della sua lunghezza. Nel caso di scolature per un'estensione superiore a detto valore, ma inferiore al 15% della sua lunghezza, sarà applicata

una penale del 15% del prezzo pagato per tutte le lavorazioni e forniture necessarie alla sua costruzione.

In caso di scollature per un'estensione superiore al 15%, il giunto dovrà essere ripristinato dall'Impresa a sua cura e spese.

La regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici in corrispondenza dei giunti di dilatazione degli impalcati da ponte dovrà rispondere al seguente requisito:

- indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione inferiore a 5,0 mm.

Le misure del profilo longitudinale interessano almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere eseguite in un periodo compreso tra il 15° e 180° giorno dell'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN. Tali misure dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm e i valori dell'indice IRI saranno calcolati a partire da tale profilo con un "passo" di 5 m.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale dei giunti di dilatazione si farà riferimento ai valori dell'indice IRI nel cui intervallo di calcolo ( $L=5$  m) si trova ad essere posizionato almeno un giunto; qualora tale parametro non soddisfi le condizioni richieste, il giunto di dilatazione, ricadente nel relativo intervallo di calcolo sarà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva del giunto anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

Il valore della soglia di non accettabilità è:  $IRI = 7$  mm/m

Qualora il valore di IRI, come definito in precedenza, sia maggiore o uguale al valore ritenuto accettabile sopra specificato, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa per tutta la sua larghezza ed al rifacimento del giunto di dilatazione; il nuovo giunto sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo ed agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

#### PROVA DI VERIFICA DELLA STABILITÀ ALLO STOCCAGGIO A CALDO DI UN BITUME MODIFICATO

- Scopo della prova

Questo metodo di prova serve a valutare la stabilità di un bitume modificato allo stoccaggio a caldo e si effettua mediante la determinazione della differenza fra il punto di rammollimento P.A. del terzo superiore e quello del terzo inferiore di un provino cilindrico del bitume in esame, dopo averlo mantenuto per tre giorni alla temperatura massima di stoccaggio.

- Apparecchiatura di prova

- tubetti cilindrici di circa 3 cm di diametro e 16 cm di altezza, di alluminio sottile, pieghevole non verniciato.

- stufa con regolazione termostatica fino a  $T=200$  °C, con precisione di  $\pm 1$  °C.

- freezer.

- apparecchiatura per la determinazione del punto di rammollimento del bitume (CNR BU n.35/1973).

- Procedimento

Dopo aver chiuso un tubetto ad un'estremità stringendola e ripiegandola più volte per un totale di circa 3 cm in modo da ottenere un fondo piatto, si versa 75 g circa del bitume riscaldato alla temperatura minima di colabilità, evitando inclusioni di aria e si lascia raffreddare completamente; la parte superiore del tubetto viene allora stretta e piegata ripetutamente in maniera tale che in esso non rimanga praticamente più aria.

Il tubetto preparato viene sistemato verticalmente nella stufa e mantenuto per 3 d alla temperatura massima di stoccaggio, corrispondente a quella massima di impiego e tipica per il

bitume modificato in esame; al termine, si toglie il tubetto dalla stufa e, dopo raffreddamento a temperatura ambiente, lo si raffredda ulteriormente in freezer in modo che il provino di bitume possa essere separato dall'involucro di alluminio.

Si taglia quindi il provino cilindrico di bitume perpendicolarmente al suo asse in tre parti di uguale altezza e si scarta quella centrale; sulle parti inferiori e superiori si determina separatamente il punto di rammollimento P.A. con l'approssimazione della prima cifra decimale.

- Espressione dei risultati

La stabilità allo stoccaggio a caldo è espressa dalla differenza fra i punti di rammollimento delle due parti estreme del provino.

- Valutazione dei risultati

Il bitume in esame si considera stabile allo stoccaggio a caldo se la suddetta differenza non supera i 3 °C. Qualora non sia rispettato tale limite, il materiale è da ritenersi non idoneo all'uso e pertanto deve essere sostituito a cura e spese dell'Impresa.

### 3.19 Dispositivi per lo smaltimento dell'acqua dagli impalcati

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche dagli impalcati delle opere d'arte deve essere tale da evitare ristagni sulla sede stradale; deve drenare le acque di pavimentazione ed allontanarle dall'opera senza percolazioni e/o stillicidi sulle strutture sottostanti.

Esso consiste essenzialmente in una rete di pluviali ubicati secondo le previsioni di progetto, in relazione alla geometria piano altimetrica degli impalcati.

I pluviali avranno il diametro e l'interasse indicato in progetto, distribuiti sulle campate in modo da evitare che vengano a cadere sulla mezzeria. Ciascun pluviale è composto da:

- bocchettone in lastra di piombo di prima fusione, per il collegamento all'impalcato, sigillato con malta di resina epossidica;
- griglia di scarico in acciaio zincato a caldo, posta a protezione del pluviale a quota tale da poter captare le acque meteoriche provenienti dalla pavimentazione;
- tubazione, per il convogliamento delle acque.

Il bocchettone, di dimensioni e spessore indicati in progetto, al quale è affidata la funzione di raccolta ed evacuazione delle acque scorrenti sull'impalcato, deve assicurare anche lo scarico delle acque di drenaggio e di emungimento dagli strati di conglomerato bituminoso.

Dovrà essere costituito da una parte tubolare eduttiva saldata in pezzo unico ad una piastra direttamente poggiata in un incavo predisposto sull'estradosso della soletta, regolarmente stuccata con stucchi epossidici, al di sopra della quale è distesa la impermeabilizzazione e successivamente la pavimentazione stradale. La parte tubolare eduttiva dovrà sporgere dall'intradosso della soletta di almeno 15 cm e ad essa dovrà essere infilato ed incollato un tubo verticale in PVC tipo 302 pesante, secondo Norme UNI 7443/85, di dimensioni e spessori indicati in progetto, discendente in ogni caso almeno per 30 cm al di sotto del bordo inferiore delle travi longitudinali, sempre facendo in modo che non si abbia stillicidio su eventuali strutture sottostanti (pulvini, pile, ecc.). Detti tubi saranno collegati all'opera con collari e zanche di acciaio inossidabile AISI 304; il tubo non dovrà scorrere entro il collare; ciò si otterrà con guarnizione in neoprene o altri accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori.

Quando previsto in progetto, la tubazione in PVC potrà essere sostituita con tubazione in acciaio inox AISI 304, oppure in ghisa centrifugata e ricotta, di tipo leggero, che sarà catramata a caldo sia internamente che esternamente e raccordata con giunti a bicchiere con relativi pezzi speciali. Nel caso di attraversamento di zone urbane ed in tutti quei casi in cui le acque di eduazione o di percolamento possano produrre danni e inconvenienti, è prescritto che la tubazione di cui sopra, in qualunque materiale sia realizzata, debba essere proseguita fino a terra ed eventualmente immessa in un sistema fognante e debba essere fornita di giunti di tenuta a freddo con anello in gomma stabilizzata.

La griglia di scarico avrà dimensioni come indicate in progetto e sarà conforme alle norme UNI - EN 124. Nelle strutture a cassone devono praticarsi dei fori di evacuazione di eventuali acque di infiltrazione nei punti di possibile accumulo verso i quali devono essere indirizzate le pendenze interne delle strutture.

Si devono dotare tali fori di tubi di evacuazione in PVC pesante del diametro di 3÷5 cm fissati al conglomerato cementizio con stucchi epossidici ed eventualmente collegati ai tubi principali di discesa ove presenti.

Allo stesso modo dovranno essere trattati gli scarichi dei dispositivi di drenaggio dei giunti se la distanza dai tubi di discesa non eccede il metro e mezzo.

Nel caso di opere di notevoli dimensioni trasversali, in zone di particolare piovosità e comunque in tutti quei casi che presentino condizioni di incertezza, dovrà essere previsto in progetto uno specifico calcolo idraulico basato sulla curva di primo caso critico, per decidere l'interasse dei pluviali e diametro dei bocchettoni e dei tubi di convogliamento.

## 3.20 Strutture di sostegno e contenimento in elementi prefabbricati

### 3.20.1 Generalità

Le strutture di sostegno e contenimento in elementi prefabbricati dovranno essere realizzate secondo gli elaborati esecutivi di progetto, redatti nel rispetto delle norme emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore) e di quelle emanate in applicazione della Legge 02/02/1974 n. 64 (D.M. 03/12/1987 e successivi aggiornamenti).

La Direzione Lavori, dopo che il Progettista avrà preso visione dei documenti di cui all'art. 9 della legge n. 1086 e avrà verificato la previsione di utilizzazione del manufatto prefabbricato e il suo organico inserimento nel progetto, autorizzerà l'Impresa a porre in opera la struttura prefabbricata.

Nella realizzazione dei componenti in conglomerato cementizio vibrato semplice od armato, normale o precompresso e per gli acciai di armatura, dovranno essere rispettate le prescrizioni delle presenti Norme; i geotessili dovranno rispondere alle caratteristiche di cui all'Errore. **L'origine riferimento non è stata trovata.**

Per tutte le strutture di sostegno e contenimento di cui al presente articolo, gli oneri di brevetto nonché quelli relativi ai calcoli di progetto dei muri prefabbricati sono a carico dell'Impresa.

Quando previsto in progetto, i muri avranno paramento a faccia vista realizzato con lastre in pietra di Luserna, porfido o pietra locale, dello spessore non inferiore a 2 cm, disposte secondo le indicazioni di progetto ed inglobate nel getto. Relativamente agli scavi di fondazione, l'Impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a cura e spese dell'Impresa.

### 3.20.2 Muri di sostegno in pannelli di c.a.v.

Costituiti da pannelli in c.a.v. prefabbricati, disposti verticalmente o con scarpa fino al 10%, secondo le previsioni di progetto, irrigiditi nella parte interna da una costolatura estendentesi per l'intera altezza del pannello e da una platea di base in conglomerato cementizio armato, gettata in opera. Muri di altezza superiore a 5,00 m dovranno avere le costolature collegate con la platea di base mediante tiranti prefabbricati in c.a.v.; la cerniera tra tirante e costolatura del pannello dovrà essere sigillata con malta reoplastica premiscelata a ritiro compensato.

I pannelli dovranno avere lo spessore ai bordi non inferiore a 10 cm e dovranno presentare la faccia in vista piana e ben rifinita, con gli spigoli arrotondati.

Difetti di planarità, verificati con un regolo della lunghezza di 4 m, superiori a 5 mm comporteranno automaticamente il rifiuto del pannello che l'Impresa dovrà allontanare dal cantiere a sua cura e spese. Al piede dei pannelli dovrà essere realizzato un bordino di rifinitura in malta cementizia. Nei giunti verticali fra i pannelli dovranno essere inseriti profilati in PVC di idonea sagomatura, atti a trattenere materiali di granulometria superiore a 0,5 mm ed aventi superfici dei fori e/o fessure non inferiore a 50 cm<sup>2</sup> per metro quadrato di pannello per consentire un facile drenaggio delle acque presenti nel rilevato.

Il conglomerato cementizio dei pannelli e dei tiranti prefabbricati dovrà avere classe di resistenza > 32/40 MPa; quello per la platea gettato in opera dovrà avere classe di resistenza > 25/30 MPa; l'acciaio di armatura dovrà essere del tipo Fe B 44k controllato in stabilimento.

Particolari cautele dovranno essere adottate nel compattamento del rilevato a ridosso dei pannelli facendo eventualmente ricorso anche a pestelli pneumatici per non danneggiare le strutture. Relativamente agli scavi, l'Impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a sua cura e spese.

### **3.20.3 Muri di sostegno in pannelli di c.a.p.**

Costituiti da pannelli in c.a.p. prefabbricati, posti in opera in posizione verticale entro fondazione in c.a.; per muri di altezza superiore a 3,00 m, i pannelli sono ancorati al rilevato retrostante mediante geotessili tessuti in polipropilene rinforzato con cavetti in acciaio. I pannelli dovranno essere monolitici a tutta altezza, di larghezza standard 2,40 m, con superficie in vista concava a profilo circolare e spessore variabile di 26 cm ai bordi e 16 cm in mezzzeria, rifinita mediante getto su matrici in gomma.

I bordi laterali dei pannelli, finiti come da progetto, dovranno essere rinforzati con inserti metallici in acciaio zincato, sagomati in modo da costituire giunto a maschio e femmina che garantisca complanarità al paramento del muro.

In corrispondenza di ciascun giunto dovrà essere creato un drenaggio verticale protetto da geodreno di dimensioni minime 10x1,5 cm, con scarico verso l'esterno al piede.

I geotessili di ancoraggio, che hanno una estremità annegata nel getto dei pannelli e sono posizionati nel numero ed alle quote previste in progetto, sono stesi ed inglobati nei rilevati mano a mano che procede la loro formazione.

Particolare cura dovrà essere posta nel costipamento del rilevato al di sopra dei geotessili di ancoraggio in modo da poter garantire un'adeguata efficacia degli stessi ancoraggi.

Il conglomerato cementizio dei pannelli dovrà avere classe di resistenza  $> 35/45$  MPa; l'acciaio per l'armatura lenta dovrà essere del tipo Fe B 44K controllato in stabilimento; i trefoli di precompressione dovranno essere formati con fili aventi  $f_p(1)k > 1670$  MPa e  $f_{ptk} > 1865$  MPa.

### **3.20.4 Muri di controripa in pannelli di c.a.v.**

Costituiti da pannelli in c.a.v. prefabbricati, disposti verticalmente o con scarpa fino al 15%, secondo le previsioni di progetto, irrigiditi nella parte interna da una costolatura estendentesi per l'intera altezza del pannello e da una platea in conglomerato cementizio armato gettato in opera.

La platea gettata in opera, nel caso dei muri di controripa, è posta in posizione rialzata rispetto alla base dei pannelli per cui in questo tipo di muri, rispetto a quelli di sostegno, non vi sono tiranti di collegamento tra pannelli e platea.

I pannelli dovranno avere lo spessore ai bordi non inferiore a 10 cm e dovranno presentare la faccia in vista piana e ben rifinita, con gli spigoli arrotondati. Difetti di planarità, verificati con un regolo della lunghezza di 4 m, superiori a 5 mm comporteranno automaticamente il rifiuto del pannello che l'Impresa dovrà allontanare dal cantiere a sua cura e spese.

Al piede dei pannelli dovrà essere realizzato un bordino di rifinitura in malta cementizia.

Nei giunti verticali fra i pannelli dovranno essere inseriti profilati in PVC di idonea sagomatura, atti a trattenere materiali di granulometria superiore a 0,5 mm ed aventi superfici dei fori e/o fessure non inferiore a 50 cm<sup>2</sup> per metro quadrato di pannello per consentire un facile drenaggio delle acque presenti nel rilevato.

Il conglomerato cementizio dei pannelli e dei tiranti prefabbricati dovrà avere classe di resistenza  $> 32/40$  MPa; quello per la platea gettato in opera dovrà avere classe di resistenza  $> 25/30$  MPa; l'acciaio di armatura dovrà essere del tipo Fe B 44k controllato in stabilimento.

Particolari cautele dovranno essere adottate nel compattamento del rilevato a ridosso dei pannelli facendo eventualmente ricorso anche a pestelli pneumatici per non danneggiare le strutture.

Relativamente agli scavi, l'Impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a sua cura e spese.

### **3.21 Lastra in conglomerato cementizio ad armatura continua PCP (pavimentazione composita polifunzionale) per nuove costruzioni e per interventi di rafforzamento limitati ad una o più corsie di una carreggiata autostradale.**

#### **3.21.1 Descrizione**

La pavimentazione in lastra continua sarà eseguita solo su progetto esecutivo completo che preveda: spessore della lastra ed armature; drenaggi longitudinali e trasversali (dimensioni, frequenza, materiali); posizione e tipologia dei giunti per opere d'arte ed ancoraggi o giunti di transizione sostitutivi; programma temporale dell'esecuzione e regolazione del traffico conseguente; posizione dei cantieri di fabbricazione del conglomerato cementizio e loro qualificazione come attrezzature e procedure.

La lastra sarà eseguita con i materiali e secondo le modalità esposte nel seguito, previa predisposizione, nel caso di interventi di rafforzamento, di un apposito cassonetto, della forma e dimensioni indicate nei disegni di progetto.

Alle demolizioni della pavimentazione esistente in questo caso di intervento si provvederà mediante frese secondo le modalità indicate nelle presenti Norme.

In deroga a quanto indicato, anche quando lo spessore degli strati legati a bitume da demolire risultasse superiore a 15 cm, non si dovrà provvedere alla formazione di un gradino fra il primo ed il secondo strato demolito e le pareti laterali del cassonetto dovranno risultare pertanto perfettamente verticali.

La lastra andrà di norma ricoperta con un'usura drenante fonoassorbente (CBD), previa stesura di una mano di attacco specifica (MAPCP). La lastra potrà altresì essere transitata senza copertura e/o avere altri tipi di coperture, a secondo di quanto prescritto dal progetto.

#### **3.21.2 Qualità e provenienza dei materiali**

##### **3.21.2.1 Aggregati lapidei**

Essi dovranno possedere le caratteristiche fondamentali ed aggiuntive indicate nei prospetti 1 e 2 della Norma UNI 8520-97 parte 2a categoria A; in particolare dovranno rispondere alle prescrizioni relative all'esame petrografico (UNI 8520 - parte 4a), al contenuto di solfati (SO<sub>3</sub> □0,2%, UNI 8520-84 parte 11a), al contenuto di cloruri solubili (Cl- □0,05%, UNI 8520-84 parte 12a) ed alla potenziale reattività in presenza di alcali (□0,10% a sei mesi, UNI 8520-86 parte 22a).

Tali aggregati dovranno provenire da cave scelte dall'Impresa e proposte per l'accettazione alla Direzione Lavori che verificherà la corrispondenza tra le caratteristiche fisico-chimiche e di resistenza meccanica degli aggregati ed i requisiti delle presenti Norme.

Durante la lavorazione la Direzione Lavori verificherà la continuità di tale corrispondenza.

Qualora si dovessero verificare discrepanze significative, la Direzione Lavori potrà rifiutare il materiale lapideo ed invitare l'Impresa a ricercare nuove cave.

Fin dal momento della installazione del cantiere, la Ditta appaltatrice dovrà disporre di adeguati mezzi di controllo e cioè di un Laboratorio che, per quanto riguarda le prove sui materiali lapidei, consenta l'effettuazione delle seguenti prove:

- analisi granulometrica (mediante l'impiego di setacci appartenenti alla seguente serie: 31.5, 25, 20, 16, 12.5, 8, 4, 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125, 0.063 mm) - UNI 8520-84 parte 5a;
- perdita in massa degli aggregati grossi ("Los Angeles"), UNI 8520-84 parte 19a;
- equivalente in sabbia - UNI 8520-86 parte 15a;
- assorbimento di umidità degli aggregati - UNI 8520-84 parte 13a e 16a.

Gli aggregati approvvigionati dovranno comunque escludere la frazione granulometrica compresa tra 0 e 0,1 mm e le frazioni trattenute al setaccio da 31.5 mm. Si definisce, in accordo

con la UNI 8520 parte 5a, aggregato grosso il passante al setaccio UNI 2332 da 31,5 mm e trattenuto al setaccio UNI 2332 da 4 mm e si definisce aggregato fino il passante al setaccio UNI 2332 da 4 mm e trattenuto al setaccio UNI 2332 da 0,063 mm.

#### **Aggregato grosso**

Dovrà essere interamente costituito da materiale di frantumazione, cioè ogni singolo elemento dovrà avere almeno una faccia formata da una superficie di rottura.

Esso dovrà presentare un indice di sensibilità al gelo (IG) inferiore al 4% dopo 10 cicli di gelo-disgelo (UNI 8520-86 parte 20a, metodo A2).

Tra i requisiti di accettazione prescritti nella UNI 8520-97 parte 2a e tutti da soddisfare, si farà in particolare riferimento a:

- coefficiente di abrasione - UNI 8520-84 PARTE 19a La  $\square$ 30%;
- coefficiente di forma - UNI 8520-84 parte 18a Cf  $\square$ 0,15;
- assorbimento di umidità degli aggregati - UNI 8520-84 parte 16a Af  $\square$ 1%.

#### **Aggregato fino**

Dovrà essere naturale o provenire da frantumazione e comunque dovrà essere costituito da particelle dure e di forma prevalentemente sferica o cubica. Una percentuale in massa di almeno il 10% dell'aggregato fino dovrà essere di natura silicea.

La composizione granulometrica del combinato (aggregato fino) dovrà essere compresa nel seguente fuso:

Apertura setaccio (mm)	Passante (%)
4,00	90 - 100
2,00	65 - 90
1,00	45 - 75
0,50	22 - 46
0,25	7 - 25
0,13	0 - 5

Altri requisiti di accettazione:

- equivalente in sabbia - UNI 8520-86 parte 15a ES  $\square$ 80;
- modulo di finezza - UNI 8520-84 parte 5a  $2.2 < MF < 3.5$ ;
- variazione del modulo di finezza - UNI 8520-84 parte 5a  $\pm 0,2$ ;
- assorbimento di umidità degli aggregati - UNI 8520-84 parte 13a Af  $\square$ 5%.

#### **3.21.2.2 Legante idraulico**

Si farà uso di cementi classificati secondo la UNI ENV 197-1 come tipo I (Portland), tipo II (Portland al calcare - A/L), tipo III (Alto forno), tipo IV (Pozzolatico) di classe 32,5 o 42,5. La classe ed il tipo di cemento da usare sarà quella indicata negli elaborati di progetto.

Tali cementi dovranno garantire un tempo d'inizio presa, determinato in analogia con la UNI EN 196-3 alla temperatura di riferimento di 30 °C, non inferiore alle due ore ed avere una finezza determinata secondo la UNI EN 196-6 mediante permeabilmetro ad aria (Blaine) inferiore a 4200 cm<sup>2</sup>/g.

Qualora si usi cemento dei tipi I o II questo dovrà avere un tenore in alluminato tricalcico (C3A) al massimo uguale all'8%.

La cementeria dovrà garantire la composizione, qualunque sia il tipo di cemento fornito, specificando il metodo di prova UNI 9156-87. Lo stabilimento di produzione del legante dovrà garantire per mezzo di idonei dispositivi o cicli di lavorazione che il cemento impiegato al momento del confezionamento del conglomerato cementizio non presenti temperature superiori ai 50 °C.

I cementi impiegati potranno essere oggetto di verifica, sia da parte dell'Impresa sia da parte della Direzione Lavori tramite i Laboratori della Società, al momento del loro approvvigionamento.

### **3.21.2.3 Acqua**

L'acqua di impasto deve ottemperare alle prescrizioni della UNI 8981/7, in particolare dovrà avere un contenuto di sali disciolti inferiore ad 1 g/l di cui meno di 0,5 g/l di cloruri ed una percentuale di materiale solido in sospensione inferiore allo 0,5%.

Comunque, in caso dubbio sulla sua provenienza, l'acqua potrà essere accettata purché la resistenza a compressione a 3 e 28 d di provini cubici di conglomerato cementizio della composizione studiata, confezionata con tale acqua, non sia inferiore al 90% di quella presentata da provini confezionati con acqua distillata.

### **3.21.2.4 Additivi**

Gli additivi devono ottemperare alle prescrizioni delle UNI 7101-80, UNI 7102÷7120-72 ed UNI 8145-80; non devono contenere sostanze dannose in quantità tali da pregiudicare la durabilità del conglomerato cementizio o da causare corrosione alle armature.

Il loro uso sarà verificato dal Laboratorio della Società in base all'esame del tipo e della qualità degli additivi nonché delle prestazioni del conglomerato cementizio con essi confezionato.

Di norma additivi acceleranti o contenenti cloruro di calcio non dovranno essere utilizzati.

Potranno essere impiegati acceleranti la presa o ritardanti (nel caso di betonaggio in condizioni, rispettivamente, di temperatura fredda o particolarmente calda o nel caso di particolari esigenze organizzative del cantiere) previo consenso da parte della Direzione Lavori in base all'esame del tipo e della qualità del prodotto.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi e comunque in tutti i casi di dubbio, dovrà essere effettuata prova d'impianto con il cemento da usare per la verifica della loro compatibilità.

Le Ditte produttrici degli additivi impiegati dovranno garantire la costanza della qualità e della concentrazione dei loro prodotti che comunque potranno essere oggetto di verifica, da parte della Direzione Lavori tramite i Laboratori della Società, al momento del loro approvvigionamento.

#### ***Additivi fluidificanti e superfluidificanti***

Gli additivi fluidificanti e superfluidificanti dovranno essere conformi a quanto indicato nelle norme UNI 7106-72, 7107-72, 7108-72, 8145-80 e non dovranno contenere cloruri in quantità superiori a quanto previsto per l'acqua di impasto.

Tali additivi saranno aggiunti nell'acqua di impasto e la loro quantità dovrà essere definita sulla base di uno studio di Laboratorio in modo tale da verificare che le caratteristiche di indurimento e le resistenze finali del conglomerato cementizio con essi confezionati non varino sostanzialmente e comunque rientrino nei limiti definiti nel punto 3.21.3.6.

#### ***Additivi ritardanti o acceleranti***

L'impiego degli additivi ritardanti o di quelli acceleranti potrà essere consentito soltanto in condizioni particolari.

Le caratteristiche di tali additivi dovranno essere conformi a quanto indicato nelle norme rispettivamente UNI 7104-72 e 7105-72.

### ***Additivi aeranti***

Qualora sia stato esplicitamente previsto dal progetto o reso necessario dai risultati prestazionali delle miscele l'uso di additivi aeranti, essi dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma UNI 7103-72; dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nel mescolatore in soluzione con l'acqua di impasto, con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo in quantità variabili di non più del 5% della quantità indicata dall'Impresa nello studio dell'impasto e che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

### ***Additivi di nuova generazione***

In presenza di lavorazioni da realizzare in particolari condizioni logistiche nonché di clima e di traffico, l'Impresa potrà impiegare additivi aventi caratteristiche definite speciali (ad es. superfluidificanti a rilascio progressivo ed acrilici) comunque di categoria diversa da quelle precedentemente descritte, salvo approvazione della Direzione Lavori sulla base di uno studio di Laboratorio presso la Società con verifica di impianto nell'ambito dell'accettazione della composizione finale del conglomerato cementizio della lastra.

#### ***3.21.2.5 Prodotti filmogeni per la protezione del conglomerato cementizio (curing)***

I prodotti filmogeni ed il loro dosaggio dovranno essere preventivamente accettati dalla Direzione Lavori.

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma UNI 8656-84 con la ulteriore prescrizione che essi dovranno essere del tipo trasparente o semitrasparente contenenti una sostanza colorante debile.

La costanza della composizione del prodotto filmogeno dovrà essere verificata al momento dell'approvvigionamento.

Il liquido dovrà aderire alla superficie del conglomerato cementizio fresco formando un film continuo caratterizzato da un tempo di essiccamento da determinarsi con le modalità di cui alla UNI 8658 non inferiore a 3 h.

Il prodotto dovrà essere spruzzato meccanicamente in modo da non dar luogo a sovradosaggi e/o gocciolamenti e dovrà comunque possedere i seguenti requisiti:

- essere facilmente spruzzabile a temperatura ambiente e risultare ancora spruzzabile a 5 °C;
- avere, quando contiene un solvente, punto di infiammabilità non inferiore a 35 °C;
- essere esente da sostanze velenose e pericolose; in particolare da solventi quali benzolo, toluolo, metanolo e tetracloruro di carbonio;
- essere esente da sostanze che interagiscono con il cemento, alterandone il regolare processo di presa e d'indurimento; ad esempio acidi organici ed inorganici o zuccheri.

La pellicola protettiva che tali prodotti filmogeni formano quando sono spruzzati sulla superficie del conglomerato cementizio deve inoltre possedere le seguenti proprietà:

- coefficiente di protezione a 24 h, inteso come il rapporto percentuale fra la quantità di acqua che può evaporare da una superficie in conglomerato cementizio trattata e quella che evapora da una superficie non trattata: 85%;
- buona aderenza al conglomerato cementizio per la durata di quattro giorni;
- facile distacco dal conglomerato cementizio dopo cinque giorni;
- superficie antisdrucchiolevole (CAT non inferiore a 40);

Il prodotto deve risultare fotodegradabile per non costituire impedimento all'adesione della mano d'attacco bituminosa dello strato superficiale in conglomerato bituminoso drenante. Qualora questa qualità non sia assicurata, la maturazione della lastra in conglomerato cementizio dovrà essere affidata a sistemi tradizionali quali stuoie mantenute umide o fogli di polietilene appoggiati sulla superficie della lastra per un tempo dipendente dalle condizioni climatiche e comunque non inferiore a 72 h.

### **3.21.2.6 Barre di trasferimento**

Dovranno essere costituite da barre tonde lisce di acciaio della classe Fe B 22k, controllate in stabilimento, rispondenti ai requisiti prescritti dalla normativa vigente (DM in vigore).

Dovranno essere lisce, perfettamente rettilinee, esenti da sbavature, deformazioni o irruvidimenti che possano pregiudicare il loro perfetto scorrimento.

Ciascuna barra avrà diametro di 30 mm e lunghezza di 450 mm.

Le barre saranno installate su opportuni cestelli rigidi realizzati con tondini di acciaio ancorati saldamente allo strato di fondazione in misto cementato.

I cestelli saranno realizzati con ferri tondi lisci di diametro non inferiore a 8 mm e comunque tale da costituire una struttura capace di sopportare gli sforzi precisati nel progetto.

Le barre dovranno essere trattate con vernici anticorrosive e immediatamente prima della loro posa in opera, rivestite da una pellicola di polietilene avente funzione di strato antifrizione solo per metà della lunghezza della barra nel caso di giunto di dilatazione; all'estremità della parte rivestita sarà posto un cappuccio metallico rigido indeformabile che ricopra la barra per non meno di 70 mm e non più di 95 mm. Tale cappuccio dovrà essere installato in modo che non sia spostato dalla massa di conglomerato cementizio durante il getto.

### **3.21.2.7 Ferri dell'armatura corrente e di rinforzo**

Saranno costituiti da barre di acciaio a aderenza migliorata della classe Fe B 44k, controllati in stabilimento, e dovranno rispondere ai requisiti ed alle tolleranze dimensionali fissate dalla normativa vigente (DM in vigore)

I ferri dell'armatura corrente, longitudinale e trasversale, avranno i diametri, gli interassi e le lunghezze indicate nei disegni di progetto e saranno forniti in opera dallo stabilimento preassemblati in pannelli con dimensioni longitudinali e trasversali anch'esse indicate in progetto e comunque tali da permetterne la movimentazione automatizzata nel treno di stesa con posizionamento nel cassonetto e sovrapposizioni perfettamente parallele della lunghezza indicata in progetto (almeno 70 cm).

In corrispondenza delle sovrapposizioni si dovrà provvedere ad una idonea legatura dei ferri o in alternativa alla loro saldatura.

Per gli interassi dei ferri di armatura sono ammesse tolleranze di 0,5 cm; nel caso in cui tale tolleranza non sia rispettata saranno applicate le penali di cui al successivo punto 35.18.3. La quota di progetto dell'armatura longitudinale e trasversale corrente sarà garantita a piè d'opera dall'assemblaggio dei pannelli citati su tralicci di armatura in posizione, numero, dimensioni ed altre caratteristiche indicate nel progetto.

### **3.21.2.8 Rete di acciaio elettrosaldato**

Dovrà essere costituita da fili elementari del diametro di 8 mm, con distanza assiale tra i fili di 100 mm ed un'area delle maglie non superiore a 100 cm<sup>2</sup>, controllata in stabilimento e rispondente ai requisiti ed alle tolleranze dimensionali fissate dalla normativa vigente (DM in vigore).

Tale rete sarà utilizzata là dove indicato dai disegni di progetto.

### **3.21.2.9 Tavolette di riempimento per giunti di dilatazione**

Dovranno essere in materiale imputrescibile, reso impermeabile a mezzo di speciali trattamenti di impregnazione; dovranno avere sufficiente rigidità in modo da poter essere installate in corrispondenza dei giunti prima della posa in opera del conglomerato cementizio e dovranno resistere alle deformazioni causate dal passaggio della macchina a casseforme scorrevoli.

Dovranno avere una larghezza di 20 mm ed una altezza di 235 mm.

Dovranno rispondere alle prescrizioni contenute nelle specifiche ASTM D1751, D1752 e D994.

### **3.21.2.10 Mastici per sigillature**

I mastici vanno usati nel caso di sigillature necessarie per errori o incidenti di costruzione, sotto il controllo continuo della Direzione Lavori e dopo autorizzazione specifica.

Potranno essere del tipo da colare a freddo. Essi dovranno avere requisiti rispondenti alle norme ASTM D 1850, D 1852, SS-S-1956 e SS-S-200 per i prodotti colati a freddo.

I prodotti colati a freddo saranno costituiti da formulati sintetici a due componenti quali resine poliuretatiche o polisolfidiche, oppure da elastomeri a base di gomme poliuretatiche caricate con catrami.

Dovranno essere miscelati secondo le proporzioni indicate dalla Ditta produttrice entro miscelatori-distributori automatici approvati dalla Direzione Lavori

I sigillanti di cui si proporrà l'utilizzazione dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori e presentare buone caratteristiche di resilienza e resistenza all'invecchiamento per effetto degli agenti atmosferici. All'atto della proposta del tipo di sigillante da impiegare dovranno essere fornite le seguenti notizie tecniche:

- caratteristiche fisiche del prodotto;
- modalità di preparazione del materiale;
- modalità di preparazione del giunto prima della sigillatura;
- modalità e limiti d'impiego del prodotto (temperature, umidità, ecc.);
- tolleranza nella proporzione dei sigillanti a più componenti.

### **3.21.2.11 Campionatura e prove sui materiali**

Con riferimento a quanto già specificato al punto 35.2.1 subito dopo la consegna dei lavori, l'Impresa indicherà le cave presso le quali saranno prelevati i materiali lapidei nonché le prescrizioni granulometriche che intende adottare e fornirà le prove attestanti la rispondenza dei materiali proposti ai requisiti di accettazione indicati nei punti che precedono.

La Direzione Lavori potrà inoltre eseguire un sopralluogo nelle cave per assicurarsi della potenzialità ed idoneità delle stesse.

Il controllo della rispondenza delle caratteristiche dei materiali impiegati nel corso del lavoro a quelle dei materiali accettati ed alle prescrizioni delle presenti Norme, sarà effettuato dalla Direzione Lavori, sottoponendo a prova quanto prelevato in corso d'opera.

### **3.21.2.12 Stoccaggio dei materiali**

L'Impresa appaltatrice dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori le disposizioni che essa conterà di prendere per lo stoccaggio separato dei materiali, nonché le attrezzature che intenderà utilizzare per sistemare e prelevare i materiali in deposito.

Materiali granulari lapidei di diversa pezzatura o della stessa pezzatura teorica ma di diversa provenienza, dovranno essere immagazzinati separatamente. L'approvvigionamento del cemento e la sua conservazione in cantiere dovranno essere tali da evitare ogni alterazione del prodotto; le disposizioni al riguardo prese dall'Impresa dovranno essere approvate dalla Direzione Lavori; il cemento inoltre dovrà provenire per tutta la durata del lavoro da un unico impianto di produzione e non dovrà avere, come già prescritto, al momento del confezionamento temperature superiori ai 50 °C.

Tutti gli aggregati stoccati dovranno essere conservati lontano dal contatto con materiali inquinanti.

L'aggregato che contiene passante al setaccio da 5 mm dovrà essere deposto nelle tramogge con un anticipo non superiore a 8 h.

La quantità di materiali approvvigionati in cantiere dovrà essere in ogni momento commisurata al fabbisogno di una settimana lavorativa.

### **3.21.3 Caratteristiche del conglomerato cementizio**

Per quanto applicabile e non in contrasto con le presenti Norme si farà riferimento alla UNI 9858-91 (prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità del conglomerato cementizio).

#### **3.21.3.1 Studio di composizione del conglomerato cementizio**

L'Impresa, a seguito dello studio di composizione del conglomerato cementizio effettuato in Laboratorio sulla base delle richieste progettuali indicherà alla Direzione Lavori i risultati delle prove fisiche e di resistenza meccanica realizzate su una o più combinazioni di materiali granulari lapidei utilizzabili per il lavoro in questione specificandone in modo preciso la provenienza e granulometria di ogni singola pezzatura.

Per ogni combinazione provata sarà indicata dall'Impresa la granulometria, la quantità d'acqua utilizzata, il rapporto acqua/cemento in condizioni sature superficie asciutta, il tipo e dosaggio del cemento, il contenuto percentuale di aria inclusa, la lavorabilità e la relativa perdita nel tempo della medesima (almeno fino a 2 h dal confezionamento) nonché le resistenze meccaniche alle scadenze prescritte.

Una volta definita la formulazione della miscela, le prove di accettazione della miscela stessa dovranno essere eseguite dal Laboratorio della Società con i materiali componenti effettivamente usati in cantiere, tenendo conto dei procedimenti di impasto e di vibrazione adottati nello studio, i quali a loro volta avranno preso in considerazione le procedure di impasto e posa in opera adottati in cantiere.

Per motivi di rapidità le verifiche potranno essere svolte dalla Direzione Lavori direttamente in cantiere; in questo caso dovrà essere assicurata da parte dell'Impresa la massima collaborazione. L'accettazione della miscela stessa avvenuta sulla base dei valori delle resistenze meccaniche a 2, 3 e 28 d di maturazione determinate su provini di forma cubica, prismatica (travetti e spezzoni) e cilindrica, dovrà essere convalidata dalle prove allo stato fresco ed indurito eseguite, sempre dal Laboratorio della Società, sul conglomerato cementizio prelevato durante la prova di impianto nonché su carote prelevate dalla eventuale stesa di prova.

Nel caso che le prove sul prodotto finito dovessero dare un risultato negativo, fatto salvo il buon funzionamento dell'impianto di confezionamento e delle apparecchiature di posa in opera e della loro rispondenza alle caratteristiche ed ai limiti di tolleranza imposti, l'Impresa provvederà a suo carico a studiare una nuova miscela ed a modificarla fino a che il prodotto finito non risponda alle caratteristiche prescritte. La Direzione dei Lavori dovrà controllare attraverso i Laboratori della Società i risultati presentati.

Qualora tale Laboratorio non avesse la possibilità di intervenire, la Direzione Lavori potrà incaricare un Laboratorio esterno di controllare tali risultati.

Non appena confermata, con controlli eseguiti sul prodotto finito, la validità delle prove di Laboratorio eseguite in fase di studio della miscela, la composizione del conglomerato cementizio diverrà definitiva. Le caratteristiche definitive della miscela dovranno rispettare i limiti riportati all'art. 0 nella tabella n. 2.

Qualora per cause impreviste si debba variare la composizione della miscela, l'Impresa, previa autorizzazione della Direzione Lavori, dovrà effettuare un nuovo studio da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori stessa seguendo le modalità sopraindicate.

L'Impresa dovrà in seguito assicurare i necessari controlli sul conglomerato cementizio allo stato fresco ed indurito affinché sia rispettata la composizione accettata e le caratteristiche fisiche e di resistenza meccanica. Le prove e i controlli saranno completamente a carico dell'Impresa, la quale dovrà provvedere anche all'attrezzatura di un Laboratorio idoneo ad eseguire le prove indicate al punto 3.21.12.

Qui di seguito saranno indicate le caratteristiche del conglomerato cementizio, in modo che l'Impresa appaltatrice possa assumerle come riferimento nello studio della relativa miscela.

### **3.21.3.2 Composizione granulometrica**

La composizione dovrà essere realizzata con non meno di quattro distinte pezzature di aggregati in presenza di due tipologie di sabbia.

La composizione granulometrica risultante di queste ultime dovrà corrispondere a quanto indicato al punto 3.21.2; potrà essere composta dalla miscela di due o più sabbie nel caso non fosse possibile reperire un'unica sabbia di composizione idonea, senza che ciò possa dar luogo a richieste di compenso addizionale.

L'assortimento granulometrico risultante sarà ottenuto variando le percentuali di utilizzo delle frazioni granulometriche componenti in modo da ottenere un combinato contenuto tra la curva Bolomey e quella di Fuller, calcolate tra l'altro in funzione del diametro massimo che non dovrà superare i 25 mm per i condizionamenti delle dimensioni dei tralicci di armatura.

Una volta accettata dalla Direzione Lavori una determinata composizione granulometrica, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente ad essa per tutta la durata del lavoro.

Non saranno ammesse variazioni di composizione granulometrica eccedenti in più o in meno il 5% in massa dei valori della curva granulometrica prescelta per l'aggregato grosso e variazioni in più o in meno il 3% per l'aggregato fino.

Si precisa che le formule di composizione dovranno sempre riferirsi, come già detto ad aggregati saturi a superficie asciutta; pertanto si dovranno apportare, nelle dosature, previste dalla formulazione della miscela e riferentesi ad aggregati saturi a superficie asciutta, le correzioni richieste dal grado di umidità attuale degli aggregati stessi, funzione dell'acqua assorbita per saturarli ed assorbita per bagnarli.

### **3.21.3.3 Contenuto di cemento**

Il contenuto del cemento dovrà essere controllato con la frequenza prescritta nella tabella n. 2 del punto 0 con le modalità di cui alla UNI 6393-88, fermo restando che una volta stabilito attraverso lo studio della miscela la quantità da adottare, questa dovrà mantenersi nel campo di tolleranza del  $\pm 3\%$ .

### **3.21.3.4 Contenuto d'acqua**

Il contenuto di acqua di impasto del conglomerato cementizio sarà definita in maniera sia ponderale sia volumetrica con la tolleranza del  $\pm 10\%$  (intervallo riferito al contenuto medio di acqua in  $l/m^3$ ).

Il valore del contenuto da rispettare sarà quello determinato in Laboratorio al momento dello studio di formulazione ed approvato dalla Direzione Lavori.

L'Impresa fisserà in conseguenza le quantità d'acqua da aggiungere alla miscela secca nel mescolatore, tenuto conto dell'acqua inclusa assorbita ed adsorbita nei materiali granulari e delle perdite per evaporazione durante il trasporto.

Il contenuto di acqua di impasto, tenendo anche conto dell'eventuale aggiunta di additivi fluidificanti, superfluidificanti e di nuova generazione dovrà essere il minimo sufficiente a conferire all'impasto la lavorabilità specificata compatibilmente con il raggiungimento delle resistenze prescritte, in modo da realizzare un conglomerato cementizio compatto, evitando al tempo stesso la formazione di uno strato d'acqua libera o di malta liquida sulla superficie degli impasti dopo la vibrazione.

Per realizzare le esigenze sopracitate, il rapporto acqua/cemento, che non dovrà superare il valore di 0.40, potrà ridursi, pur evitando di scendere al di sotto di 0.34, con taluni additivi superfluidificanti e di nuova generazione (entrambi i valori, tengono conto dell'acqua adsorbita dagli inerti oltre all'acqua di impasto).

Il valore ottimo della consistenza a cui attenersi durante la produzione del conglomerato cementizio sarà scelto in funzione delle caratteristiche della macchina a casseforme scorrevoli, eventualmente, dopo aver eseguito una strisciata di prova: i singoli valori dell'abbassamento alla prova del cono (slump-test), da determinarsi con le modalità di cui alla UNI 9418-88 appendice E, dovranno risultare all'impianto comunque non superiori a 30,0 mm e i valori di lavorabilità determinati con la prova Vé Bé (UNI 9419-89) su conglomerato cementizio prelevato immediatamente prima dello scarico dal ribaltabile di approvvigionamento dovranno risultare compresi fra 6 e 10 s.

### 3.21.3.5 Contenuto d'aria

Qualora, secondo quanto indicato nel progetto o a giudizio della Direzione Lavori le condizioni climatiche della zona di posa in opera della pavimentazione richiedano la realizzazione della lastra con un conglomerato cementizio con additivo aerante, il contenuto di aria allo stato fresco dovrà essere pari al  $5.0\% \pm 1.0\%$ .

La percentuale di additivo aerante necessaria ad ottenere nel conglomerato cementizio la giusta percentuale di aria inglobata sarà fissata durante lo studio dell'impasto ed eventualmente modificata dopo la stesa di prova.

La misura della quantità d'aria inglobata sarà effettuata volumetricamente secondo le modalità della norma UNI 6395-72.

### 3.21.3.6 Resistenze meccaniche

La formulazione prescelta per il conglomerato cementizio dovrà essere tale da garantire i seguenti valori minimi di resistenza meccanica rispettivamente su provini cubici confezionati e maturati con le modalità di cui alla UNI 6127-73 e 6130-72, su provini prismatici confezionati e maturati con le modalità di cui alla UNI 6127-73 e UNI 6130-72 e provini cilindrici confezionati e maturati con le modalità di cui alla UNI 6127-72 e UNI 6130-72:

Stagionatura	A 3 d *	A 28 d
compressione	40.0 N/mm <sup>2</sup>	50.0 N/mm <sup>2</sup>
trazione per flessione	4.5 N/mm <sup>2</sup>	5.5 N/mm <sup>2</sup>
trazione indiretta	2.5 N/mm <sup>2</sup>	3.5 N/mm <sup>2</sup>

\* (potranno essere richieste in progetto le stesse resistenze indicate, ma a 2 d)

Inoltre la resistenza a trazione indiretta non dovrà superare i seguenti valori:

A 3 d *	A 28 d
4.5 N/mm <sup>2</sup>	5.5 N/mm <sup>2</sup>

\* (potranno essere richieste in progetto le stesse resistenze indicate, ma a 2 d)

La resistenza a compressione sarà determinata con prove eseguite su provini di forma cubica con le modalità di cui alla UNI 6132-72; la resistenza a trazione per flessione sarà determinata con prove eseguite su provini di forma prismatica con le modalità di cui alla UNI 6133-72.

Nella fase di studio della formulazione del conglomerato cementizio i valori di resistenza da confrontare con quelli minimi richiesti dovranno risultare dalla media di non meno di 3 provini distinti, i cui singoli valori non dovranno scostarsi dalla media di più del 10%.

Tale media sarà calcolata ponderalmente attribuendo il coefficiente 2 al risultato intermedio.

La resistenza a trazione indiretta sarà determinata su provini di forma cilindrica con prove eseguite con modalità di cui alla UNI 6135-72 aventi un'altezza all'incirca uguale allo spessore della lastra in costruzione.

I valori della resistenza a rottura determinati sui 3 tipi di provini anzidetti saranno considerati validi se non inferiori ai valori richiesti.

#### **3.21.3.7 Ritiro**

Il ritiro idraulico del conglomerato cementizio, determinato con le modalità di cui alla UNI 7086-72, per conglomerati cementizi con dimensione massima degli aggregati superiore a 30 mm, o di cui alla UNI 6555-73 per aggregati di dimensioni massime fino a 30 mm, dovrà essere inferiore a 0.03% con riferimento ad una stagionatura (al 50% di umidità relativa e 20 °C ±2 °C di temperatura) del conglomerato cementizio di 28 d dal confezionamento.

#### **3.21.3.8 Resistenza al gelo**

Anche in zone in cui la temperatura non scende abitualmente al di sotto di 0 °C saranno richieste dalla Direzione dei Lavori delle prove di resistenza al gelo da eseguire sugli spezzoni di travetti degli impasti di prova o su provini cilindrici analoghi a quelli utilizzati per la prova brasiliana. I provini non dovranno presentare alcun degrado dopo 10 cicli di gelo ed altrettanti di disgelo, applicati tra le temperature di -20 e +20 °C (con permanenza alle temperature indicate di almeno 1 h) e comunque quando sottoposti alla prova eseguita con le modalità di cui alla UNI 7087-72.

### **3.21.4 Confezione e trasporto del conglomerato cementizio**

#### **3.21.4.1 Attrezzatura di cantiere**

Primo dell'inizio del lavoro l'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione dei Lavori l'elenco e la descrizione dettagliata delle attrezzature che intende impiegare; queste dovranno essere di potenzialità proporzionata all'entità ed alla durata del lavoro e dovranno essere armonicamente proporzionate in tutti i loro componenti in modo da assicurare la continuità del ciclo lavorativo. Gli impianti di confezionamento dovranno essere fissi e di tipo approvato dalla Direzione dei Lavori.

L'organizzazione preposta a detti impianti dovrà comprendere tutte le persone e le professionalità necessarie per assicurare la costanza di qualità dei prodotti confezionati.

I predosatori dovranno essere in numero sufficiente a permettere le selezioni di pezzature necessarie.

I mescolatori dovranno essere di tipo e capacità approvate dalla Direzione dei Lavori e dovranno essere atti a produrre conglomerato cementizio uniforme e a scaricarlo senza che avvenga segregazione apprezzabile.

In particolare dovrà essere controllata l'usura delle lame, che saranno sostituite allorquando quest'ultima superi il valore di 2 cm.

All'interno dei mescolatori si dovrà anche controllare giornalmente, prima dell'inizio del lavoro, che non siano presenti incrostazioni di conglomerato cementizio indurito.

#### **3.21.4.2 Confezione del conglomerato cementizio**

La dosatura dei materiali per il confezionamento del conglomerato cementizio nei rapporti definiti con lo studio di progetto e la sua accettazione da parte della Direzione Lavori dovrà essere fatta con impianti interamente automatici, esclusivamente a massa, con bilance del tipo a quadrante, di agevole lettura e con registrazione delle masse di ogni bilancia.

A spese dell'Impresa andrà effettuata la verifica della taratura prima dell'inizio dei lavori e con cadenza settimanale nonché ogni qualvolta risulti necessario, fornendo alla Direzione Lavori la documentazione relativa.

La Direzione dei Lavori allo scopo di controllare la potenza assorbita dai mescolatori, si riserverà il diritto di fare installare nell'impianto di confezionamento dei registratori di assorbimento elettrico, alla cui installazione e spesa dovrà provvedere l'Impresa appaltatrice.

Inoltre la Direzione Lavori potrà richiedere all'Impresa l'installazione sulle attrezzature di dispositivi e metodi di controllo per verificarne in permanenza il buon funzionamento.

In particolare la dosatura degli aggregati lapidei, del cemento, dell'acqua e degli additivi dovrà soddisfare alle condizioni seguenti:

- degli aggregati potrà essere determinata la massa cumulativa sulla medesima bilancia, purché le diverse frazioni granulometriche (o pezzature) siano misurate con determinazioni distinti;
- la massa del cemento dovrà essere determinata su una bilancia separata;
- l'acqua dovrà essere misurata in apposito recipiente tarato, provvisto di dispositivo che consenta automaticamente l'erogazione effettiva con la sensibilità del 2%;
- gli additivi dovranno essere aggiunti agli impasti direttamente nel miscelatore a mezzo di dispositivi di distribuzione dotati di misuratori.

Il ciclo di dosaggio dovrà essere automaticamente interrotto qualora non siano realizzati i ritorni a zero delle bilance, qualora la massa di ogni componente scarti dal valore prescritto oltre le tolleranze fissate di seguito ed infine qualora la sequenza del ciclo di dosaggio non si svolga correttamente.

L'interruzione del sistema automatico di dosaggio e la sua sostituzione con regolazione a mano potrà essere effettuata solo previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Nella composizione del conglomerato cementizio, a dosatura eseguita ed immediatamente prima dell'introduzione nel mescolatore, saranno ammesse le seguenti tolleranze:

- 2% sulla massa di ogni pezzatura dell'aggregato;
- 3% sulla massa totale dei materiali granulari;
- 2% sulla massa del cemento;

purché siano rispettate le tolleranze sulla composizione granulometrica di progetto di cui al punto 35.2.

Tali tolleranze saranno verificate giornalmente tramite lettura delle determinazioni della massa per almeno 10 impasti consecutivi.

#### **3.21.4.3 Tempo di mescolamento**

Il tempo di mescolamento sarà quello raccomandato dalla Ditta costruttrice l'impianto di confezionamento del conglomerato cementizio ed in ogni caso non potrà essere inferiore ad 1 min.

L'uniformità della miscela sarà controllata dalla Direzione dei Lavori prelevando campioni di conglomerato cementizio all'inizio, alla metà ed alla fine dello scarico di un impasto e controllando che i tre prelievi non presentino abbassamenti al cono che differiscono tra di loro di più di 20 mm né composizione sensibilmente diversa. La Direzione Lavori potrà rifiutare gli impasti non conformi a questa prescrizione.

Inoltre qualora le differenze in questione riguardino più del 5% delle misure effettuate nel corso di una medesima giornata di produzione, le attrezzature di confezionamento saranno completamente verificate ed il cantiere non potrà riprendere che su ordine esplicito della Direzione Lavori e dopo che l'Impresa abbia prodotto la prova di una modifica o di una messa a punto degli impianti tale da migliorare la regolarità della produzione del conglomerato cementizio.

#### **3.21.4.4 Trasporto del conglomerato cementizio**

Il trasporto del conglomerato cementizio al luogo di posa in opera potrà essere eseguito mediante autocarri, purché muniti di sospensioni elastiche con cassoni ribaltabili atti ad impedire l'eventuale sversamento laterale del conglomerato cementizio.

Il numero dei mezzi di trasporto utilizzati dovrà essere tale da non provocare arresti della produzione.

Il tempo di trasporto non dovrà superare di regola i 45 min; qualora in relazione all'ubicazione dell'impianto tale tempo sia maggiore di 45 min ma non superi le 2 h, il conglomerato cementizio potrà ancora essere utilizzato per la stesa purché la lavorabilità al momento dello scarico, determinata in particolare con la prova Vé Bé con le modalità di cui al punto 35.3.4, non superi 10s.

Per rispettare tale valore si potrà far uso di additivi ritardanti e superfluidificanti di nuova generazione, previa approvazione della Direzione Lavori.

Conglomerati cementizi per i quali dal momento del confezionamento al momento dello scarico nel caricatore di alimentazione della macchina a casseforme scorrevoli siano trascorsi più di 2 h, non potranno essere messi in opera e pertanto dovrà esserne impedito lo scarico.

Per l'accertamento del tempo trascorso la Direzione Lavori potrà controllare le bolle di accompagnamento in cui dovrà essere annotato l'orario di caricamento all'impianto di confezionamento.

Il trasporto del conglomerato cementizio dall'impianto di confezionamento al cantiere di posa in opera e tutte le operazioni di posa in opera, dovranno comunque essere eseguite in modo da non alterare gli impasti, evitando in particolare ogni segregazione, la formazione di grumi ed altri fenomeni connessi all'inizio della presa.

Se durante il trasporto si manifesterà una segregazione, dovrà essere modificata in accordo con la Direzione Lavori la composizione dell'impasto soprattutto quando questa persiste dopo variazione del rapporto acqua/cemento; se ciò nonostante la segregazione non dovesse essere eliminata, dovrà essere studiato nuovamente il sistema di produzione e trasporto del conglomerato cementizio.

Particolare attenzione dovrà essere dedicata alla organizzazione del traffico di cantiere per assicurare rapidità e regolarità nel rifornimento della macchina di posa in opera a casseforme scorrevoli.

L'operatore di tale macchina dovrà essere tempestivamente avvertito di eventuali rallentamenti della produzione del conglomerato cementizio affinché possa a sua volta rallentare opportunamente la velocità di avanzamento della macchina; viceversa il responsabile dell'impianto di confezionamento dovrà essere tempestivamente avvertito di eventuali rallentamenti della posa in opera del conglomerato cementizio e provvedere a rallentare di conseguenza la produzione degli impasti.

#### **3.21.5 Preparazione del piano di posa**

Il piano di posa della lastra, costituito dal fondo del cassonetto dovrà essere opportunamente preparato per una lunghezza sufficiente a garantire la regolarità della stesa.

Per la medesima lunghezza dovrà essere predisposto preventivamente, qualora previsto nel progetto di intervento, il drenaggio longitudinale, avendo cura di posizionarlo in corrispondenza della parete del cassonetto che si trova nella parte più depressa del cassonetto stesso secondo le indicazioni previste nel progetto stesso con i relativi scarichi trasversali con le dimensioni e la cadenza prevista in progetto.

Sul fondo del cassonetto, qualora richiesto dai disegni di progetto, sarà steso per l'intera larghezza un tessuto non tessuto in polipropilene o poliestere di 300 - 400 g/m<sup>2</sup>, preferibilmente

a filo continuo che conservi buone caratteristiche di permeabilità anche sotto la pressione esercitata dalla massa proprio della lastra.

Prima della posa in opera del tessuto non tessuto si procederà alla spianatura e rullatura accurata di detto piano di appoggio, liberandolo da qualsiasi detrito proveniente dalla fresatura della eventuale pavimentazione esistente.

La stesa del non tessuto avverrà con apposito srotolatore, dopo il passaggio del carro tramoggia che stocca il conglomerato cementizio e subito prima della posa delle armature, in modo che su di esso non transiti nessun veicolo prima dello spandimento del conglomerato cementizio ed in modo che non si formino ripiegature, sormonti o simili che ridurrebbero lo spessore della lastra.

### **3.21.6 Posa in opera dell'armatura metallica**

L'armatura metallica corrente e di rinforzo sarà posta in opera nelle posizioni e con i diametri indicati nei disegni di progetto. I ferri dell'armatura dovranno corrispondere ai requisiti indicati al punto 35.2.6, 35.2.7 e 35.2.8.

Il posizionamento davanti alla macchina a casseforme scorrevoli dei pannelli preassemblati relativi all'armatura corrente, longitudinale e trasversale, unitamente all'armatura traliccio di supporto (secondo quanto indicato al punto 35.2.7), sarà eseguita con sistema automatico per una lunghezza compatibile con il sistema di approvvigionamento frontale previsto per il conglomerato cementizio. La posizione dei supporti rispetto alla geometria trasversale della carreggiata, sarà definita nel progetto.

La continuità dell'armatura corrente, longitudinale e trasversale, sarà assicurata mediante adeguate sovrapposizioni della lunghezza indicata in progetto (almeno 70 cm) perfettamente parallele tra loro; ciò vale anche per le armature trasversali.

In corrispondenza di dette sovrapposizioni della maglia i tondini longitudinali e trasversali dovranno essere legati fra di loro o saldati.

Potrà essere chiesto l'inserimento nei pannelli di armatura di dispositivi speciali per l'assorbimento del rumore di rotolamento e lo smaltimento delle acque di pioggia.

### **3.21.7 Posa in opera del conglomerato cementizio**

#### **3.21.7.1 Treno di stesa**

Il conglomerato cementizio sarà distribuito, regolato, vibrato, compattato e livellato, mediante una macchina a casseforme scorrevoli, il cui tipo ed i cui equipaggiamenti (in particolare per quanto riguarda i dispositivi di vibrazione e compattazione) saranno sottoposti all'approvazione della Direzione dei Lavori.

I cingoli che assicureranno il movimento della macchina a casseforme scorrevoli appoggeranno sulla pavimentazione esistente a sufficiente distanza da entrambe le pareti laterali del cassonetto (oppure sul misto cementato nel caso di nuove costruzioni).

Dispositivi opportuni controlleranno la direzione di marcia della macchina e comanderanno i pistoni idraulici su cui poggia il telaio della stessa, assicurandone il livellamento longitudinale e trasversale da cui dipenderà la regolarità superficiale della pavimentazione.

I sensori (palpatori) collegati ai suddetti dispositivi appoggeranno direttamente sulla pavimentazione esistente e sulle pareti laterali del cassonetto stesso (oppure su appositi fili guida).

La velocità della macchina sarà regolata in funzione dell'approvvigionamento del conglomerato cementizio dall'impianto di confezionamento, in modo che non si verifichi nessun arresto durante la posa in opera del conglomerato cementizio.

Si dovrà in ogni caso evitare di lasciare in azione i vibrator per più di 30 s in una stessa sezione. Anteriormente alla macchina a casseforme scorrevoli sarà previsto un sistema per la distribuzione del conglomerato cementizio.

Questo sistema sarà costituito da un caricatore semovente a tramoggia alloggiato nel cassonetto in cui sarà scaricato il conglomerato cementizio dai mezzi adibiti al trasporto e da un distributore che verserà il conglomerato cementizio uniformemente lungo la larghezza di stesa immediatamente davanti alla macchina a casseforme scorrevoli e nella cui parte sottostante è installato il sistema di posizionamento automatico dei pannelli preassemblati dell'armatura corrente longitudinale e trasversale.

Un sistema di nastri trasportatori sopraelevato assicurerà il trasporto del conglomerato cementizio dal caricatore al distributore senza farlo cadere sulla superficie sottostante.

Tramoggia e distributore saranno distanziati in modo da consentire, con le modalità citate, la posa in opera dell'armatura, nel tratto di cassonetto o di misto cementato compreso fra caricatore e distributore, la lunghezza di questo tratto sarà scelta in maniera che la macchina di posa in opera possa avanzare regolarmente senza subire soste per consentire la predisposizione della armatura.

I mezzi adibiti al trasporto del conglomerato cementizio si muoveranno per raggiungere la tramoggia del caricatore posizionato, come detto, all'interno del cassonetto o sul misto cementato, sempre nel caso di nuove pavimentazioni.

Il conglomerato cementizio così distribuito sarà addensato mediante l'azione combinata di un gruppo di vibratori ad ago (a posizione e frequenza di vibrazione regolabili). Dopo la vibrazione per effetto dell'avanzamento della macchina il conglomerato cementizio subirà l'azione di una trave addensatrice (piastra di estrusione) che ha la funzione di conferirgli la forma definitiva.

Nel caso di interventi di rafforzamento la funzione delle casseforme scorrevoli sarà assolta dalle pareti del cassonetto. Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta della posizione da far assumere ai vibratori ad ago per l'uniformità del costipamento in tutta la massa del conglomerato cementizio pur in presenza dell'armatura corrente e di rinforzo.

La finitura superficiale sarà assicurata da una trave lisciatrice in movimento alternato e da un'ulteriore piastra (frattazzo) dotata di movimento oscillante sia trasversale sia longitudinale.

Particolare attenzione dovrà essere posta nell'esecuzione con macchina a casseforme scorrevoli delle parti della lastra in prossimità dei dispositivi di ancoraggio o dei blocchi terminali.

Eventualmente in tali zone, previa autorizzazione della Direzione Lavori, l'Impresa potrà eseguire la stesa della lastra con alimentazione del conglomerato cementizio tramite autobetoniera e addensamento mediante vibratori e finitura manuale; in questo caso dovrà essere realizzato fra la parte di lastra posta in opera con la macchina a casseforme scorrevoli e quella realizzata a mano, un giunto di costruzione per il quale non è prevista l'adozione di ulteriori armature rispetto a quelle previste nei disegni di progetto riguardanti i dispositivi di ancoraggio o i blocchi terminali.

### ***3.21.7.2 Attrezzatura ed avviamento del cantiere***

L'attrezzatura di stesa proposta dall'Impresa non potrà essere definitivamente accettata dalla Direzione Lavori, se non prima della effettuazione, con esito positivo, del relativo collaudo della stessa tramite opportuna prova di posa in opera.

In tal caso l'Impresa appaltatrice dovrà effettuare, dietro indicazioni della Direzione Lavori ed in zona da definirsi, una lunghezza minima di prova di circa 200 m. Tali prove avranno per obiettivo la verifica:

- delle caratteristiche dell'impianto di confezionamento;
- del funzionamento delle attrezzature di posa in opera;
- dell'eventuale posa in opera di varie formulazioni di conglomerato cementizio;
- dell'esecuzione dei giunti.

L'Impresa appaltatrice dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori almeno una settimana prima il piano ed il programma dettagliato di tale prova di lavorazione. Questa dovrà svolgersi ad una velocità contenuta, tale cioè da permettere in particolare:

- la determinazione della massa di tutti gli autocarri ribaltabili;
- una prova di lavorabilità (abbassamento al cono e V<sup>e</sup> Bé) almeno ogni 5 impasti di conglomerato cementizio, ovvero per ogni autocarro.

Solo dopo aver definito con precisione la composizione del conglomerato cementizio ed aver verificato che tutti gli elementi dell'attrezzatura abbiano dato esito positivo, l'Impresa appaltatrice sarà autorizzata dalla Direzione Lavori ad iniziare i lavori.

Per tale prova di lavorazione, la lunghezza cumulata delle zone il cui profilo presenti irregolarità di sagomatura longitudinale superiore a 5 mm (valutata con regolo di 4 m di lunghezza) dovrà essere inferiore al 10%.

La lunghezza cumulata delle zone che presentano irregolarità superiori a 10 mm dovrà essere invece inferiore al 2%.

Se tali limiti saranno superati il cantiere sarà fermato e le attrezzature e/o la miscela e/o le modalità di posa in opera dovranno essere modificate di conseguenza.

Una seconda prova di lavorazione, e se necessario una terza ed una quarta, della lunghezza di circa 100 m sarà quindi eseguita con le opportune modifiche proposte, previa autorizzazione della Direzione Lavori che provvederà anche a designare l'area della prova.

La produzione dell'intero cantiere dovrà essere inizialmente limitata fino al raggiungimento delle caratteristiche richieste per il treno di stesa dalle presenti Norme, ivi incluso quanto concerne la protezione della maturazione della stesa.

La parte terminale delle prove di lavorazione saranno conservate quale riferimento per le successive operazioni di stesa.

### ***3.21.7.3 Stesa del conglomerato cementizio***

Le operazioni di posa in opera del conglomerato cementizio sono possibili in ogni periodo dell'anno; dovranno però essere eseguite preferibilmente nei periodi settembre-novembre e/o marzo-giugno e comunque saranno sospese ogni qualvolta la temperatura dell'aria sarà inferiore ai 2 °C o sarà superiore ai 28 °C (misura effettuata alle 9 del mattino, ad un metro dal suolo ed al coperto).

Sarà ugualmente interrotta la posa in opera del conglomerato cementizio in caso di pioggia battente.

Infine, per temperature comprese tra 2 °C e 5 °C, l'acqua di impasto dovrà essere scaldata a 60 °C.

### ***3.21.8 Finitura superficiale***

Nel caso di apertura al traffico prima della posa in opera dello strato superficiale di conglomerato bituminoso di tipo drenante-fonoassorbente, la finitura superficiale del conglomerato cementizio della lastra (se risultasse di rugosità insufficiente) dovrà essere eseguita mediante passaggio sulla superficie del conglomerato cementizio di un'attrezzatura a denti metallici (spazzola) che si muove, trascinata da un'apparecchiatura apposita, unicamente in senso trasversale alla direzione di avanzamento della posa in opera.

Durante le operazioni di finitura superficiale del getto si provvederà contemporaneamente a controllare le tolleranze prescritte al punto 3.21.17 onde poter apportare tempestivo rimedio.

Ogni eventuale ripresa della superficie del conglomerato cementizio dovrà essere rapidamente eseguita con il solo conglomerato cementizio dell'impasto, evitando in modo assoluto riprese con malta o impasti speciali, salvo la circostanza prevista all'art. 3.21.11 per le impronte lasciate dai veicoli pesanti sul conglomerato cementizio fresco.

### ***3.21.9 Protezione e maturazione***

La protezione per la maturazione sarà eseguita spruzzando tramite idonea attrezzatura semovente, in condizioni di altezza e di pressione predeterminate durante la stesa di prova e

nell'immediata vicinanza della macchina a casseforme scorrevoli, sulla superficie del conglomerato cementizio, prodotti filmogeni (curing compounds) che impediscano l'evaporazione dell'acqua, di tipo preventivamente approvato dalla Direzione Lavori, sentito il parere del Laboratorio della Società.

Potranno altresì essere analogamente usati, in particolari condizioni ed in considerazione della presenza di traffico nella corsia adiacente al cantiere, stuoie o fogli di polietilene.

In particolari condizioni meteo climatiche (vento e soleggiamento) e di traffico (elevata frequenza di passaggio dei mezzi pesanti nella corsia adiacente al cantiere) l'applicazione del prodotto stagionante potrà essere realizzata con sistemi manuali anche nella zona tra la macchina a casseforme scorrevoli e l'attrezzatura mobile di spruzzaggio del prodotto filmogeno. I prodotti filmogeni dovranno essere spruzzati sulla superficie mediante apparecchio nebulizzatore idoneo a realizzare su tutta la superficie uno strato protettivo uniforme (che non presenti cioè discontinuità tra le impronte dei getti che dovranno distribuirsi su superfici) in ragione di non meno di 200 g/m<sup>2</sup> e comunque in quantità non inferiore a quella suggerita dal fornitore.

Nel caso si adottino stuoie si dovrà provvedere a mantenerle umide.

Se durante il periodo di maturazione, fissato in almeno tre giorni, il film protettivo spruzzato sull'intera superficie di conglomerato cementizio verrà per una qualsiasi ragione danneggiato, l'Impresa dovrà rinnovare a sue spese il trattamento nella zona interessata.

Ciò vale soprattutto nelle prime ore di maturazione ed in condizioni ventilate.

In ogni caso l'Impresa dovrà tenere disponibili in cantiere mezzi idonei, approvati dalla Direzione dei Lavori, per assicurare la protezione contro la pioggia di una superficie pari a quella gettata durante due ore di lavoro.

In periodo di elevate temperature, si dovranno prendere delle precauzioni supplementari: ogni giorno in cui la temperatura diurna, misurata al coperto e ad un metro di altezza, sarà superiore ai 20 °C, o quando l'umidità relativa sarà inferiore al 60%, o quando la differenza fra la temperatura diurna e notturna sarà superiore ai 12 °C, l'Impresa dovrà spruzzare acqua sullo strato di appoggio immediatamente prima del getto del conglomerato cementizio ed usare tempestivamente il prodotto filmogeno di curing.

### **3.21.10 Esecuzione dei giunti**

La macchina a casseforme scorrevoli realizzerà la lastra in conglomerato cementizio ad armatura continua secondo un unico nastro senza soluzione di continuità di larghezza pari a quella del cassonetto, dello spessore e con le quote previste in progetto.

Si prevede soltanto la formazione di giunti trasversali, in corrispondenza delle riprese di lavoro giornaliere e in corrispondenza delle sezioni di passaggio tra due diversi tipi di pavimentazione, nonché dei giunti per opere d'arte.

Si distingueranno quindi due tipi di giunti trasversali:

- di costruzione;
- di cambio pavimentazione (per pavimentazione diversa o per presenza opere d'arte).

#### **3.21.10.1 Giunti trasversali di costruzione**

I giunti di arresto di cantiere saranno eseguiti alla fine di ogni giornata di lavoro e nel caso di una interruzione per tempi superiori a quelli di inizio presa del conglomerato cementizio.

Nella stagione calda si dovranno considerare tali interruzioni di lavoro di durata superiore a 30 min.

Il giunto trasversale di costruzione sarà realizzato disponendo una cassaforma liscia trasversalmente alla direzione di avanzamento della macchina.

Tale cassaforma dovrà consentire il passaggio delle armature sia correnti longitudinali sia di rinforzo.

L'armatura di rinforzo della zona terminale sarà quella indicata nel progetto e dovrà essere posta in opera dopo la pulizia della superficie di appoggio della lastra; dovranno essere accuratamente rimossi gli eventuali sfridi di materiale presenti nella zona armata sede della ripresa del getto.

La mancata pulitura di questa zona terminale, tra la cassaforma trasversale ed il punto dove la macchina si è arrestata e/o la mancata posa dell'armatura terminale di rinforzo, comporterà una penale del 2% (due per cento) sull'importo di tutte le lavorazioni della giornata.

Tale penale potrà essere applicata anche nel caso in cui tale mancata pulitura o la mancata posa dell'armatura terminale di rinforzo sia riscontrata a posteriori nel momento in cui si debba procedere a riparazioni per rotture della lastra in prossimità di tali giunti: in tale caso anche la riparazione della lastra rimarrà a carico dell'Impresa esecutrice dei lavori.

Il conglomerato cementizio di riempimento avrà caratteristiche analoghe al materiale posto in opera con la macchina a casseforme scorrevoli; sarà trasportato con l'ausilio di autobetoniera e la sua compattazione avverrà mediante vibrator e finitura manuale.

### **3.21.10.2 Giunti trasversali di dilatazione**

I giunti trasversali di dilatazione sostituiscono gli ancoraggi e sono usati alla transizione tra la pcp e altri tipi di pavimentazione, oppure all'approccio ed all'uscita da opere d'arte.

Saranno costituiti da giunti a tampone viscoelastico con i supporti previsti in progetto, salvo diversa soluzione, sempre indicata nelle tavole progettuali.

I giunti saranno eseguiti con materiali e le regole indicate nell'articolo specifico delle presenti Norme, quando non diversamente qui specificato.

#### ***Giunti di transizione tra pavimentazioni***

I giunti trasversali disposti ortogonalmente all'asse stradale, saranno ottenuti inserendo nel getto apposite tavolette di materiale idoneo denominate in seguito "interno di giunto", deformabili, da lasciare in posto a costituire, nello stesso tempo, il giunto ed il suo riempimento. Le tavolette dovranno avere un'altezza uguale a quella della lastra in conglomerato cementizio.

La posa in opera delle tavolette dovrà essere preliminare al getto e con tutti gli accorgimenti e la cura necessari perché il giunto risulti rettilineo, regolare e della larghezza stabilita.

Gli spigoli dei giunti dovranno essere perfettamente profilati.

L'interno del giunto, dello spessore di 2 cm sarà costituito da materiale compressibile approvato dalla Direzione Lavori; esso sarà attraversato da fori in corrispondenza del passaggio delle barre di trasferimento e fissato ad angolo retto rispetto alla superficie della lastra.

La deformazione della parte superiore del materiale compressibile non dovrà essere superiore a 13 mm sotto l'azione di un carico di 130 kg distribuito su una lunghezza di 60 cm applicato perpendicolarmente ad esso a metà altezza ed al centro tra due successivi punti di fissaggio della gabbia allo strato di supporto.

I bordi delle lastre contigue, salvo diversa prescrizione, saranno collegati attraverso i giunti trasversali di dilatazione con barre di trasferimento di diametro 30 mm, di lunghezza di 45 cm spaziate di 30 cm l'uno dall'altro disposti in senso longitudinale.

Si dovranno impiegare i necessari dispositivi per assicurare e mantenere l'esatta posizione dei tondini durante il getto, l'ancoraggio di una estremità ad una delle lastre ed il libero scorrimento dell'altra estremità nella lastra contigua, senza possibilità di spostamenti in senso verticale.

Le barre di trasferimento saranno poste a metà spessore della lastra con tolleranza di  $\pm 20$  mm. Saranno ancorate saldamente a cestelli o gabbie metalliche costituite da tondini di ferro del diametro di 8 mm; l'insieme delle barre montate sulle gabbie, quando assoggettato ad una sollecitazione costituita da due forze di 10 kg applicati verticalmente o orizzontalmente ai due estremi delle barre in senso opposto l'una all'altra, non si dovrà deformare oltre i limiti seguenti:

- deformazione di 3 mm, due terzi del numero delle barre;
- deformazione di 4.5 mm, un terzo del numero delle barre meno una;

- deformazione di 7.5 mm, una sola barra.

Le gabbie saranno fissate sulla superficie del misto cementato in modo tale che le barre, dopo la posa in opera del conglomerato cementizio, rientrino nelle tolleranze consentite precisate nel seguito.

Le barre sorrette dalle gabbie dovranno essere parallele alla superficie finita della pavimentazione e parallele all'asse della semi carreggiata con le seguenti tolleranze:

- $\pm 4.5$  mm per tutte le barre;
- $\pm 3.0$  mm per due terzi delle barre;

l'allineamento di ogni barra non dovrà differire da quello delle barre adiacenti di più di 4.5 mm in tutti i piani.

Dopo le operazioni di posa in opera, l'allineamento delle barre dovrà rientrare entro tolleranze doppie rispetto a quelle sopra prescritte.

Le barre saranno inoltre saldate al supporto alternativamente per l'una o per l'altra delle loro estremità, esse dovranno scorrere all'estremità opposta entro una guaina rigidamente fissata con il supporto. L'estremità munita di una guaina dovrà consentire alla barra un movimento di 2 cm. Le barre saranno unte lungo tutta la mezza lunghezza che può scorrere entro la guaina.

#### ***Giunti in corrispondenza di opere d'arte***

Saranno realizzati in corrispondenza del passaggio fra pavimentazione con lastra e pavimentazione su ponte o viadotto, sottovia o altro.

Saranno realizzati come da apposito disegno di progetto provvedendo con adeguati accorgimenti a lasciare scoperti i ferri d'armatura in corrispondenza del bordo del giunto.

Particolare attenzione deve porsi per garantire la costanza della luce libera fra le facce contigue della lastra e la soletta dell'opera d'arte.

Il dispositivo di giunto sarà quello previsto in progetto, terminata la posa di quest'ultimo, si provvederà con un getto di sutura\raccordo a regolarizzare le superfici di passaggio.

#### ***Lastre sommerse***

Le lastre, se presenti nel progetto, saranno poste in opera nei tratti di transizione con la pavimentazione di tipo flessibile. Normalmente questo passaggio è realizzato con giunti a tampone o di tipo acciaio gomma come per l'approccio ai ponti.

Il conglomerato cementizio sarà in tutto analogo a quello delle lastre di cui all'art. 3.21.3 e sarà gettato a mano secondo le sagome, gli spessori e le dimensioni indicate nei disegni di progetto.

Le lastre saranno armate con rete elettrosaldata di cui al punto 3.21.2.8 disposta alla profondità indicata nei disegni di progetto ed ancorata saldamente alla superficie dello strato in misto cementato.

Non è prevista l'esecuzione delle operazioni di finitura superficiale. Per tutte le altre caratteristiche, fasi costruttive e tolleranze vale quanto detto per la lastra in conglomerato cementizio ad armatura continua.

Le lastre sommerse saranno collegate alla lastra in conglomerato cementizio ad armatura continua mediante le barre di compartecipazione indicate in progetto.

#### ***3.21.10.3 Dispositivi d'ancoraggio o blocchi terminali***

Saranno realizzati in corrispondenza dei viadotti, all'inizio e alla fine della pavimentazione.

Si procederà prima dell'inizio delle operazioni di posa in opera della lastra in conglomerato cementizio alla effettuazione degli scavi a sezione obbligata necessari per la realizzazione degli ancoraggi, scavi comprensivi della demolizione del misto cementato se presente.

Saranno quindi posizionati i ferri d'armatura e si procederà infine al getto del conglomerato cementizio fino alla quota indicata nei disegni di progetto curando la predisposizione dei ferri

d'attesa e la sagomatura della superficie del getto in modo da favorire la trasmissione degli sforzi di taglio in corrispondenza di detta superficie di ripresa.

Il conglomerato cementizio sarà in tutto analogo a quello della lastra e sarà gettato a mano secondo le sagome e le dimensioni indicate nei disegni di progetto.

Il conglomerato cementizio sarà opportunamente vibrato con vibrator ad ago.

Al momento della posa in opera dell'armatura corrente e di quella di rinforzo della lastra si provvederà alla sistemazione dei ferri di collegamento fra ancoraggi e lastra e quindi alla successiva posa in opera del conglomerato cementizio che sarà effettuata negli spessori indicati nei disegni di progetto.

I ferri di armatura degli ancoraggi saranno dello stesso tipo di quelli adoperati per la lastra ad armatura continua.

### ***3.21.11 Autorizzazione per la transitabilità della lastra***

Sulla lastra in conglomerato cementizio ad armatura continua non potrà circolare alcun veicolo prima che siano trascorse almeno 72 h dall'esecuzione dei getti salvo diversa indicazione del progetto con verifica delle resistenze raggiunte dal conglomerato cementizio al momento dell'apertura. A tale scopo l'Impresa dovrà predisporre gli opportuni accorgimenti per evitare che autoveicoli di qualsiasi tipo possano anche accidentalmente transitare sulla lastra prima del termine sopraindicato e comunque dovrà provvedere alla riparazione dei danni arrecati da veicoli che non abbiano rispettato i segnali di divieto. La Direzione Lavori dopo aver accertato che la resistenza a compressione raggiunta dal conglomerato cementizio sia almeno di 40 N/mm<sup>2</sup> (400 kgf/cm<sup>2</sup>), determinata su provini maturati all'aperto in condizioni analoghe a quelle della lastra, potrà autorizzare il transito dei mezzi di cantiere ed i lavori di ricopertura della lastra con i materiali previsti per l'intervento di ripristino concordato con la Direzione Lavori e compatibili con le prescrizioni delle presenti Norme.

### ***3.21.12 Metodi di prova e controlli***

#### ***3.21.12.1 Laboratorio di cantiere***

Nel cantiere sarà installato a cura dell'Impresa un Laboratorio dotato di personale e di mezzi adeguati ad effettuare le seguenti determinazioni, con le frequenze e le modalità specificate in seguito:

- analisi granulometrica (preferibilmente mediante setacci) degli aggregati lapidei;
- perdita in massa per abrasione ("Los Angeles");
- equivalente in sabbia;
- assorbimento di umidità degli aggregati;
- temperatura del cemento;
- temperatura dell'aria;
- cedimento al cono;
- consistenza Vé Bé;
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio;
- contenuto di cemento del conglomerato cementizio;
- resistenza meccanica a compressione ed a trazione (per flessione ed indiretta o brasiliana) del conglomerato cementizio indurito.

Queste determinazioni saranno eseguite sotto la supervisione della Direzione Lavori che in tal caso si avvarrà di personale del Laboratorio della Società distaccato presso l'impianto di confezionamento od il cantiere di posa in opera.

Il Laboratorio di cantiere dell'Impresa dovrà essere attrezzato sia per la confezione e stagionatura sia per la rottura a compressione ed a trazione (per flessione ed indiretta o brasiliana) dei provini di conglomerato cementizio l'elenco delle apparecchiature di prova di

tale Laboratorio di cantiere andrà fornito alla Direzione Lavori all'inizio del cantiere unitamente ai certificati relativi alla verifica della taratura delle presse, effettuata ad intervalli prefissati e secondo procedure normale, da centri riconosciuti nell'ambito della rete del Servizio di Taratura in Italia.

Copia di tali certificati andrà conservata nel citato Laboratorio unitamente ai documenti inerenti alla manutenzione di tali apparecchiature.

La Direzione Lavori potrà richiedere anche l'attrezzatura per la stagionatura accelerata (vapore saturo) di una parte dei provini di controllo, in modo da poter disporre di una valutazione anticipata dell'andamento delle resistenze meccaniche.

Qualora a giudizio della Direzione Lavori le attrezzature ed il personale del Laboratorio di cantiere dell'Impresa non siano sufficienti per assicurare i tipi e la frequenza delle prove di seguito specificate, la Direzione Lavori chiederà l'intervento di personale ed attrezzature del Laboratorio della Società che provvederà, a spese dell'Impresa, ad eseguire i prelievi e le relative prove.

Tutti i risultati dei controlli di seguito prescritti saranno messi a disposizione della Direzione Lavori e riportati su un apposito registro o supporto magnetico.

### **3.21.12.2 Controlli sui materiali componenti**

Le diverse frazioni granulometriche di aggregati lapidei utilizzate per gli impasti, opportunamente prelevato in modo tale da garantire la rappresentatività dei campioni, saranno sottoposte ad analisi granulometrica con le modalità di cui alla UNI 8520-84 parte 5a.

Tale controllo, eseguito tramite l'impiego di setacci appartenenti alla serie citata in 35.2.1, sarà ripetuto almeno una volta al giorno.

Sull'aggregato lapideo di tipo fine sarà effettuato con la stessa frequenza il controllo dell'equivalente in sabbia secondo le modalità di cui alla UNI 8520-84 parte 15a.

Sulle frazioni granulometriche di aggregati lapidei di tipo grosso utilizzati, sarà effettuata ogni 10 d la determinazione della perdita di massa per abrasione ("Los Angeles") con le modalità di cui alla UNI 8520-84 parte 19a.

Sulle frazioni granulometriche di aggregati lapidei utilizzati sarà effettuata una misura di umidità secondo le modalità di cui alla UNI 8520-84 parte 13a e 16a, sia prima dell'inizio degli impasti giornalieri sia successivamente ad ogni precipitazione atmosferica o in altra circostanza richiesta dalla Direzione Lavori.

Del risultato di tale prova si terrà conto per la determinazione del quantitativo di acqua da aggiungere nell'impasto del conglomerato cementizio e nelle successive verifiche della composizione.

Qualora la Direzione Lavori ritenesse opportuno verificare la natura e la qualità degli aggregati lapidei di approvvigionamento, potranno essere ripetute, secondo i rispettivi riferimenti normativi indicati nel paragrafo 35.2.1, le prove effettuate per l'accettazione della miscela, quali ad esempio:

- esame petrografico;
- contenuto di solfati;
- contenuto di cloruri solubili;
- potenziale reattività in presenza di alcali;
- insensibilità al gelo;
- coefficiente di forma.

Inoltre dovrà essere misurata, almeno due volte al giorno, la temperatura del cemento prelevato nelle autobotti di approvvigionamento dal cementificio (vedi paragrafo 3.21.2.12) al momento dell'approvvigionamento dell'impianto e prima del loro scarico.

La Direzione Lavori richiederà all'Impresa la raccolta delle certificazioni del produttore di cemento e relative ai controlli di stabilimento.

Quanto sopra riportato è sinteticamente indicato in tab. 1.

TABELLA N. 1 - CONTROLLI PERIODICI SUI MATERIALI COMPONENTI IL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

	CARATTERISTICA	PRESCRIZIONI LIMITE E/O TOLLERANZE AMMESSE	MODALITÀ DI PROVA	FREQUENZA DI ESECUZIONE
1	Curva granulometrica delle frazioni di aggregato grosso	$\pm 5\%$	UNI 8520-84 parte 5 <sup>a</sup>	almeno 1 volta al giorno
2	Curva granulometrica delle frazioni di aggregato fino con verifica di composizione e modulo di finezza	vedi punto 35.2.1.1 $\pm 3\%$ sulla curva granulometrica $\pm 0.2\%$ sul modulo di finezza	UNI 8520-84 parte 5 <sup>a</sup>	almeno 1 volta al giorno
3	Equivalente in sabbia	$\geq 80$	UNI 8520-84 parte 15 <sup>a</sup>	almeno 1 volta al giorno
4	Umidità delle frazioni granulometriche di aggregato lapideo		UNI 8520-84 parte 13 <sup>a</sup> e parte 16 <sup>a</sup>	almeno 1 volta al giorno e comunque dopo precipitazione atmosferica e prima dell'inizio degli impasti giornalieri
5	Temperatura del cemento utilizzato in cantiere	vedi punto 35.2.12		almeno 2 volte al giorno sulle autobotti di approvvigionamento

### 3.21.12.3 Controlli sul conglomerato cementizio

#### *Controlli sul conglomerato cementizio fresco*

La verifica della composizione del conglomerato cementizio (ovvero in particolare la curva granulometrica del combinato anche essa determinata con l'impiego dei setacci della serie citata in 35.2.1, il contenuto di cemento ed il rapporto acqua /cemento) andrà determinata almeno una volta al giorno, secondo le modalità di cui alla UNI 6393-88.

La percentuale di aria inclusa, quando l'additivo aerante è impiegato, sarà determinata almeno una volta al giorno secondo le modalità di cui alla UNI 6395-72. In caso contrario andrà determinata per l'impiego nella verifica della composizione del conglomerato cementizio, così come la determinazione della massa volumica apparente, quest'ultima secondo le modalità di cui alla UNI 6394-83 parte 1a.

La consistenza del conglomerato cementizio dovrà essere misurata ogni 120 m<sup>2</sup> ed almeno una volta all'ora sia mediante abbassamento al cono di Abrams sia tramite prova Vé Bé, rispettivamente secondo le modalità di cui alle UNI 9418-89 e 9419-89.

Tali determinazioni andranno effettuate anche sugli impasti impiegati per confezionare le serie di provini destinate al controllo delle resistenze meccaniche del conglomerato cementizio.

Il prelievo del conglomerato cementizio, secondo le modalità di cui alla UNI 6126-72, andrà effettuato presso l'impianto di confezionamento o dal ribaltabile od allo scarico della betoniera; inoltre i controlli sulla consistenza andranno ripetuti sul conglomerato cementizio prelevato

presso il cantiere di posa in opera secondo quanto indicato al punto 35.3.4 o dal ribaltabile o davanti alle coclee della macchina a casseforme scorrevoli. Infatti a discrezione della Direzione Lavori il conglomerato cementizio per il confezionamento dei provini, previa disponibilità delle relative attrezzature per l'effettuazione regolare ed in sicurezza di tale operazione, potrà anche essere prelevato nel cantiere di posa in opera.

#### ***Controlli di resistenza meccanica***

Sono previste prove di resistenza meccanica a compressione (UNI 6132 -72), prove di resistenza a trazione per flessione (UNI 6133-72) ed a trazione indiretta (UNI 6135-72) su provini confezionati prelevando il conglomerato cementizio fresco all'impianto secondo le indicazioni del paragrafo precedente 35.13.3.1.

Si confezioneranno giornalmente almeno 12 provini per la prova di resistenza meccanica a compressione, almeno 8 per la resistenza a trazione per flessione ed almeno 12 per la resistenza a trazione indiretta.

I prelievi effettuati saranno almeno 2 nel corso della giornata, preferibilmente uno all'inizio ed uno verso la fine della giornata di lavoro.

Sia per la resistenza a compressione sia per la trazione indiretta saranno confezionate due serie di tre provini rispettivamente di forma cubica e cilindrica per ciascun prelievo da sottoporre a prova rispettivamente a 3 e 28 d di maturazione.

Per la resistenza a trazione per flessione saranno confezionate due serie di due provini di forma prismatica per ciascun prelievo da sottoporre a prova rispettivamente a 3 e 28 d di maturazione. La Direzione Lavori preciserà di volta in volta, in funzione della granulometria degli aggregati lapidei, dell'attrezzatura vibrante della macchina di stesa impiegata e della temperatura media giornaliera nella stagione in cui si effettuano i getti:

- le dimensioni dei provini;
- il metodo di compattazione degli stessi;
- la temperatura di maturazione.

Ed ogni altro elemento che, secondo le citate norme UNI, debba essere scelto al momento delle prove.

Nel caso di maturazione accelerata si seguirà il seguente ciclo:

- 1 h di pre-stagionatura;
- 1 h di innalzamento della temperatura mediante insufflazione di vapore saturo;
- 4 h in ambiente saturo di vapore alla temperatura di 65-70 °C.

Una volta avviato, il cantiere sarà fermato se per due giorni consecutivi le prove eseguite dopo una maturazione di tre giorni avranno fornito valori di resistenza meccanica insufficienti (inferiori al 10% dei valori fissati).

In questo caso l'impianto di confezionamento del conglomerato cementizio non sarà rimesso in funzione se non dopo un controllo completo delle macchine, dei dosatori degli aggregati e del cemento, e dopo che si sarà presa ogni misura per rimediare alle insufficienze constatate.

Sulla base del programma di apertura al traffico delle tratte comprese tra due scambi successivi, la Direzione Lavori indicherà le sezioni in corrispondenza delle quali occorrerà procedere presso il cantiere di stesa al prelievo di una serie di tre provini di conglomerato cementizio per l'effettuazione della prova di resistenza a compressione volta all'accertamento del raggiungimento del requisito minimo necessario (vedi paragrafo 35.12 sull'autorizzazione per la transitabilità della lastra).

L'insieme di questi controlli sarà a carico dell'Impresa.

Quanto sopra riportato è sinteticamente indicato in tabella 2.

TABELLA N. 2 - CONTROLLI SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO E SULLA LASTRA ESEGUITI PRESSO IL LABORATORIO DI CANTIERE

	CARATTERISTICA	PRESCRIZIONI LIMITE E/O TOLLERANZE AMMESSE	MODALITÀ DI PROVA	FREQUENZA DI ESECUZIONE
1	Curva granulometrica delle frazioni granulometriche	± 3% sull'aggregato fine ± 5% sull'aggregato grosso	UNI 8520-84 parte 5a	almeno 2 volte al giorno
2	D max aggregato	≤31.5 mm	UNI 8520-84 parte 5a	almeno 2 volte al giorno
3	Dosaggio di cemento e curva granulometrica del combinato	≥375 Kg/m <sup>3</sup> ± 2.5%	UNI 6393 - 88 UNI 8520-84 parte 5a	almeno 1 volta al giorno
4	Rapporto A/C	≤0.40 n.s.s.a.	UNI 6393 -88	almeno 1 volta al giorno
5	Contenuto di aria	≥5.0% ± 1.0% (1)	UNI 6395-72	almeno 1 volta al giorno (2)
6	Consistenza (Slump)	≤30 mm	UNI 9418 - 89	ogni 120 m <sup>3</sup> e almeno 1 volta ora
7	Consistenza (VéBé)	≤10 s (3)	UNI 9419- 89	ogni 120 m <sup>3</sup> e almeno 1 volta ora
8	Ritiro	≤0.03%	UNI 7086-72 UNI 6555-73	(4)
9	Resistenza a compressione prelievi in impianto ed alla stesa	3 d (°) R ≥ 40 N/mm <sup>2</sup> 28 d R ≥ 50 N/mm <sup>2</sup>	UNI 6132-72	12 provini al giorno prelevati in impianto (ovvero 2 prelievi distinti al giorno) (*)
10	Resistenza a compressione carotaggi su lastra (Ø 100 mm)	Eventualmente sulle sezioni di resistenza insufficiente con la frequenza indicata dalla Direzione Lavori	UNI 6132-72	
11	Resistenza a trazione per flessione	3 d (°) R ≥4.5 N/mm <sup>2</sup> 28 d R ≥5.5 N/mm <sup>2</sup>	UNI 6133-72	8 provini al giorno (ovvero 2 prelievi distinti al giorno)
12	Resistenza a trazione indiretta	3 d (°) 2.5 ≤R ≤4.5 N/mm <sup>2</sup> 28 d 3.1 ≤R ≤5.5 N/mm <sup>2</sup>	UNI 6135-72	12 provini al giorno (ovvero 2 prelievi distinti al giorno)
13	Resistenza a trazione indiretta carotaggi su lastra (Ø 100 mm)	Eventualmente sulle sezioni di resistenza insufficiente con la frequenza indicata dalla Direzione Lavori	UNI 6135-72	
14	Resistenza ai cicli di gelo-disgelo	Nessuna degradazione dopo 10 cicli	UNI 7087-72	(4)

(1) Se previsto l'uso di additivo aerante

(2) Se non è previsto l'additivo il valore di confronto è quello determinato nello studio di formulazione

(3) Su conglomerato cementizio fresco prelevato come indicato in 35.3.4

(4) Soltanto al momento dell'accettazione della miscela

(\*) 3 provini prelevati alla stesa per la verifica della transitabilità quando richiesto dalla Direzione Lavori

(<sup>o</sup>) Salvo diversa richiesta del progetto

#### ***Controlli sui provini di conglomerato cementizio prelevato dalla lastra***

Se una serie di provini confezionati con conglomerato cementizio prelevato secondo quanto specificato al paragrafo 35.13.3.2, avrà dato risultati insufficienti delle resistenze meccaniche dopo 3 d di maturazione si sottoporrà a prova immediatamente una seconda serie di provini confezionati nella stessa giornata. Se le resistenze saranno ancora insufficienti l'Impresa sarà tenuta a prelevare a sue spese provini cilindrici mediante carotaggio nella parte di lastra corrispondente alla giornata di stesa del conglomerato cementizio di resistenza insufficiente e nelle sezioni indicate dalla Direzione Lavori.

Sarà facoltà della Direzione Lavori intensificare il prelievo dei campioni onde individuare con maggiore precisione le zone di resistenza insufficiente.

Le carote dovranno avere il diametro di 100 mm ed altezza pari a quella massima ottenibile dallo spessore della lastra.

Bisognerà porre la massima cura nell'evitare la presenza di porzioni di barre di armatura nelle carote.

Su tali carote si procederà alla determinazione della resistenza a compressione ed a trazione indiretta.

Utilizzando in un primo momento i risultati delle prove eseguite in sede di formulazione della miscela e di controllo del conglomerato cementizio in opera (vedi paragrafo 35.2.6) dovrà essere ricavata una relazione tra la resistenza a trazione per flessione su travetti prismatici e la resistenza a trazione indiretta sui provini cilindrici (carote) in maniera tale che procedendo al prelievo di carote risulti possibile controllare non solo quest'ultima resistenza ma la flessione tramite la relazione sopracitata e le correzioni dei valori delle resistenze per tenere conto delle diverse dimensioni dei provini utilizzati per stabilire la correlazione rispetto alle carote.

Sulla base di tali risultati la Direzione Lavori potrà eventualmente ordinare la demolizione delle sezioni di lastra ritenute carenti dal punto di vista delle resistenze meccaniche.

#### ***3.21.13 Controlli da certificare sui materiali componenti, sul conglomerato cementizio e sulla lastra***

Nel corso dei lavori la Direzione Lavori specificherà il numero ed il tipo degli eventuali ulteriori provini che dovranno essere, a spese dell'Impresa, sia confezionati in cantiere sia prelevati dalla lastra e, sempre a spese dell'impresa, inviati al Laboratorio della Società che provvederà all'esecuzione delle prove, all'elaborazione dei risultati ed alla redazione dei relativi certificati che dovranno essere allegati alla contabilità finale. La Direzione Lavori per stabilire il numero ed il tipo di provini potrà fare riferimento alla tabella n. 3 di seguito riportata.

TABELLA N. 3 - CONTROLLI DA CERTIFICARE SUI MATERIALI COMPONENTI, SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO E SULLA LASTRA

	TIPO DI PROVA	FREQUENZA DI ESECUZIONE
1	Curva granulometrica delle frazioni di aggregati lapidei	Su ciascuna frazione granulometrica ogni 4000 m <sup>3</sup> o almeno settimanale
2	Equivalente in sabbia	Ogni 4000 m <sup>3</sup> o almeno settimanale

3	Composizione del conglomerato cementizio (vedi punti 1, 2, 3 o 4 della tabella N. 2)	Ogni 4000 m <sup>3</sup> o almeno settimanale
4	Consistenza (Slump e VêBê)	Ogni 1000 m <sup>3</sup>
5	Resistenza a compressione a) prelievi in impianto b) carotaggi su lastra	a) ogni 4000 m <sup>3</sup> o almeno settimanale b) 3 ogni 4000 m <sup>2</sup> (carote di Ø = 100 mm)
6	Resistenza a trazione per flessione, prelievi in impianto	1 ogni 4000 m <sup>3</sup> o almeno settimanale
7	Resistenza a trazione indiretta prelievi, in impianto	1 ogni 4000 m <sup>3</sup> o almeno settimanale
8	Verifica omogeneità conglomerato cementizio e spessore lastra carotaggi su lastra (diametro 50 mm)	1 ogni 100 m di lastra
9	Verifica della percentuale dei vuoti (aria inclusa) su provini prelevati dalla lastra tramite carotaggio	2 ogni 4000 m <sup>2</sup> (carote di Ø = 100 mm)

A prescindere dai controlli di resistenza del conglomerato cementizio della lastra effettuati su carote secondo le modalità indicate al paragrafo 35.13.3.3, conseguenti ad una insufficiente resistenza dei provini confezionati in cantiere, verrà comunque analogamente effettuato ogni 4000 m<sup>2</sup> di lastra, il prelievo, mediante carotaggio, di 3 provini cilindrici aventi diametro di 100 mm. Su tali carote si determinerà la resistenza a compressione alla scadenza dei 28 d di maturazione.

Nel caso di uso di additivo aerante dovranno essere prelevati ulteriori 2 provini cilindrici aventi diametro di 100 mm per il controllo della percentuale dei vuoti che non dovrà risultare superiore al 6% e non inferiore al 4%.

I risultati delle prove di resistenza meccanica effettuate sui provini ricavati dalle carote impiegate per la determinazione della resistenza meccanica a compressione verranno posti in relazione con quelli delle prove effettuate sui provini confezionati nel cantiere di posa in opera. La Direzione Lavori al fine di valutare l'omogeneità del conglomerato cementizio lungo lo spessore della lastra richiederà il prelievo, ogni 100 m di lastra, di provini cilindrici di diametro 50 mm mediante carotaggio a tutto spessore.

L'onere di tale operazione sarà sostenuto interamente dall'Impresa.

#### **3.21.14 Controllo della regolarità della superficie del misto cementato**

In caso di utilizzazione di macchine a casseforme scorrevoli si procederà alla verifica delle quote di punti situati sui bordi e sull'asse della strisciata, su profili trasversali distanziati al massimo di 10 m ed al controllo di irregolarità tramite il regolo da 3 m.

#### **3.21.15 Controllo dello spessore della lastra**

Le operazioni di controllo e di verifica dello spessore della lastra avranno inizio immediatamente prima e subito dopo la posa in opera del conglomerato cementizio.

Il controllo consisterà nel rilevare negli stessi punti la quota superiore dello strato in misto cementato e la quota della lastra finita rispetto a punti di riferimento prefissati.

Tutto quanto occorre per questi controlli sarà a carico dell'Impresa nei limiti di 5 (cinque) rilevamenti topografici lungo un allineamento longitudinale per ogni 1000 m<sup>2</sup> di lastra posta in opera. Lo spessore di tali 1000 m<sup>2</sup> di lastra saranno calcolati con la media dei 5 rilevamenti.

Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione dei Lavori potrà inoltre eseguire controlli a posteriori per carotaggio e far determinare lo spessore medio del rivestimento per mezzo di 5 carote da 50 mm eseguite ogni 2250 m<sup>2</sup> di lastra come visto nel 35.14.

Se risulterà un sotto spessore medio superiore a 5 mm, si applicherà alla superficie della lastra affetta da tale sotto spessore la riduzione di prezzo fissata al punto 35.18.2.

Resteranno escluse da questo calcolo le porzioni di lastra dove si saranno rilevati sotto spessori di 15 mm o superiori: in queste zone si procederà ad un ulteriore carotaggio come di seguito indicato.

Se una carota rivelerà un sotto spessore di 15 o più mm, si eseguiranno immediatamente due altre carote a 5 m dalla precedente, da una parte e dall'altra di quella, lungo l'asse longitudinale della lastra.

Se si otterranno ancora dei sotto spessori di 15 o più mm, si proseguirà il carotaggio ad intervalli crescenti di 10, 15, 20 m ecc. fino a che non si otterranno risultati soddisfacenti.

Delimitate le zone che comportano tali sotto spessori, dove i sotto spessori sono compresi fra 15 e 24 mm, si applicherà alla loro superficie una riduzione di prezzo fissata al punto 35.18.2.

Dove il sotto spessore risulterà di 25 o più mm, la lastra verrà invece demolita con il procedimento della idrodemolizione e rifatta a spese dell'Impresa.

Previa taratura con carote sarà possibile in alternativa la misura di spessore con apparecchio ARGO. In questo caso la lavorazione sarà suddivisa in tronchi omogenei di famiglie di spessore differenziato di 5 mm l'una dall'altra. Le penali saranno applicate alle famiglie di spessore inferiore a quello di progetto (art. 3.21.17.2).

### **3.21.16 Controllo della regolarità del piano viabile**

Il controllo della regolarità della lastra si articolerà come segue:

- un controllo del profilo longitudinale ad alto rendimento;
- un controllo del profilo trasversale mediante regolo.

#### **3.21.16.1 Controllo del profilo longitudinale**

Il controllo verrà eseguito su tutta la superficie della lastra dopo almeno 72 h dalla esecuzione. Si misurerà il C.P: coefficiente di planarità, vedi art. 0.

#### **3.21.16.2 Controllo della regolarità longitudinale**

Il controllo della regolarità della stesa sarà effettuato mediante l'apparecchio "ARAN"

#### **3.21.16.3 Controllo del regolo del profilo trasversale della stesa - requisiti**

Il profilo trasversale ogni 3 m sarà controllato per mezzo di un regolo rigido di 3 m di lunghezza, sul conglomerato cementizio indurito entro 24 h dalla sua esecuzione.

In caso di dislivelli superiori a 5 mm potrà essere richiesta l'eliminazione del dislivello mediante molatura.

Se dopo le correzioni vi saranno ancora dislivelli trasversali superiori a 10 mm la Direzione Lavori potrà esigere la demolizione delle parti della lastra affette da tali dislivelli ed il rifacimento a cura ed a spese dell'Impresa.

### **3.21.17 Penali conseguenti a carenze strutturali**

La lastra in conglomerato cementizio ad armatura continua in opera sarà compensata con i relativi prezzi di elenco, per metro quadrato di superficie.

Ai prezzi di elenco, nel caso di mancata rispondenza degli spessori e della qualità delle lastre a quelli prescritti saranno applicate le detrazioni indicate al punto seguente.

Nessun compenso potrà venire concesso per sospensioni dei lavori di stesa che la Direzione dei Lavori abbia imposto a causa di condizioni meteorologiche sfavorevoli o comunque per altre giustificate ragioni.

#### **3.21.17.1 Resistenza insufficiente del conglomerato cementizio**

Nel caso che la resistenza caratteristica riscontrata risultasse minore di non più del 10% rispetto a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma il lotto non soddisfacente i requisiti, verrà decurtato del 20% del suo valore.

Qualora la resistenza caratteristica riscontrata risulti minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista.

Nessun indennizzo sarà dovuto all'Impresa se la Rck risulterà maggiore di quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

#### **3.21.17.2 Variazioni dello spessore della pavimentazione**

Il sotto spessore eventualmente riscontrato (punto 35.16) non verrà penalizzato se risulterà in media inferiore a 5 mm.

Se il sottospessore supererà 5 mm, il prezzo di elenco della pavimentazione in conglomerato cementizio andrà ridotto del coefficiente di riduzione seguente:

$$[1-(S_m/Sp-5)^3]1000$$

dove:

$S_m$  = spessore medio misurato della lastra in conglomerato cementizio ad armatura continua in mm (o spessore della famiglia nel caso di rilievo con ARGO);

$S_p$  = spessore nominale di progetto della lastra in conglomerato cementizio ad armatura continua in mm.

Nel calcolo dello spessore medio nel caso della misura con carote, si terrà conto degli eventuali sopra spessori, esclusi quelli uguali o superiori a 10 mm.

Le lastre potranno essere idrodemolite (salvando l'armatura), a cura e spese dell'Impresa, se i sottospessori risulteranno maggiori o uguali di 25 mm.

#### **3.21.17.3 Ferri dell'armatura corrente e di rinforzo**

Qualora le tolleranze per gli interassi dei ferri di armatura siano maggiori di quelle ammesse verrà applicata una penale del 20% del costo complessivo della PCP, calcolata su tutte le tratte in cui verrà riscontrata tale difformità.

#### **3.21.18 Penali conseguenti a carenze di regolarità superficiale**

Vedi Art. 0.

##### **3.21.18.1 Controllo del profilo trasversale: penali**

Nel caso sussistano nonostante le riparazioni previste, profili trasversali con dislivelli superiori a 5 mm ed inferiori a 10 mm sotto il regolo da 3 m, le superfici corrispondenti saranno penalizzate del 10% del prezzo dell'intera pavimentazione.

Nel caso in cui i dislivelli superino i 10 mm e non si proceda alla demolizione, le superfici irregolari saranno penalizzate del 20% del prezzo di cui sopra, intendendo per intera pavimentazione la lastra e ciò che ad essa andrà o è stato sovrapposto.

### **3.21.19 Drenaggi con filtro in “non tessuto” (esterni alle zone pavimentate)**

I drenaggi saranno effettuati all'esterno delle zone pavimentate o sotto di esse secondo quanto richiesto dai progetti o dalle Direzione Lavori.

I drenaggi devono essere formati con inerti puliti, vagliati e posti in opera su platea in conglomerato cementizio o su tessuto non tessuto bituminoso come descritto nel seguito; il cunicolo drenante di fondo deve essere realizzato con tubi di cemento disposti a giunti aperti o con tubi perforati di acciaio zincato in PVC o resine pultruse microfessurate.

I drenaggi saranno sempre realizzati con filtro laterale in tessuto “non tessuto” costituito da fibre sintetiche e filamenti continui coesionati mediante agugliatura meccanica o a legamento doppio con esclusione di colle o altri componenti chimici. Il geotessile non deve avere superficie liscia, deve apparire uniforme, essere resistente agli agenti chimici, alle cementazioni abituali in ambienti naturali, essere imputrescibile e atossico, avere buona resistenza alle alte temperature, essere isotropo.

In ogni caso i materiali devono essere delle migliori qualità esistenti in commercio e devono essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori. Il materiale da usare dovrà avere una resistenza a trazione su striscia da 5 cm di almeno 60 daN e buone caratteristiche filtranti (sotto un peso di 2 daN/cm<sup>2</sup> lo spessore del non tessuto dovrà essere non inferiore a 0,5 mm); il peso minimo accettabile del tessuto non tessuto deve essere invece di 350 g/m<sup>2</sup>.

I vari elementi di non tessuto devono essere cuciti tra di loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione degli elementi dovrà essere di almeno 50 cm.

La parte inferiore dei non tessuti, a contatto con il fondo del cavo del drenaggio e per un'altezza di almeno 5 cm sui fianchi deve essere impregnata con bitume a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul poliestere) in ragione di almeno 2 daN/m<sup>2</sup>. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del non tessuto stesso o anche dopo la sua sistemazione in opera. L'impregnazione potrà anche essere usata in altri punti per impedire la filtrazione e/o il drenaggio nel punto impregnato. In alternativa all'impregnazione potrà essere gettata, sopra il tessuto non tessuto una platea di conglomerato cementizio Rck  $\square$  200 daN/cm<sup>2</sup> della larghezza del cavo e dello spessore di 5-10 cm. Dal cavo deve fuoriuscire la quantità di non tessuto necessaria ad una doppia sovrapposizione dello stesso sulla sommità del drenaggio (due volte la larghezza del cavo).

Il cavo rivestito verrà successivamente riempito e ben compattato con materiale lapideo pulito e vagliato trattenuto al crivello 10 mm UNI, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm.

Il materiale deve ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il non tessuto alle pareti dello scavo.

Terminato il riempimento si sovrapporrà il non tessuto fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata o altro materiale, a seconda della posizione del drenaggio.

#### **3.21.19.1 Drenaggi a scavo automatizzato e con riempimento in conglomerato cementizio poroso**

I drenaggi laterali delle pavimentazioni lungo la mezzera della corsia di emergenza o in altri luoghi indicati in progetto o dalla Direzione Lavori devono essere realizzati mediante uno scavo di larghezza non inferiore a 30 cm eseguito con idonea fresatrice automatica.

Lo scavo deve raggiungere una profondità di almeno 30 cm sotto il piano di posa dello strato di fondazione della pavimentazione.

Nel caso che la pendenza esistente nella pavimentazione non sia sufficiente a garantire un rapido smaltimento delle acque (minore dell'1,0%) la profondità del cavo dovrà essere variabile

in modo da consentire lo scorrimento delle acque verso gli scarichi che saranno previsti a distanze di 25 cm salvo diversa indicazione di progetto.

Verrà sempre impiegato un filtro in tessuto non tessuto analogo a quello descritto nel precedente articolo 35.20.1 con le stesse modalità di impiego.

Il fondo di detto non tessuto dovrà essere impermeabilizzato con bitume, come descritto nel precedente articolo 35.5.1; in alternativa si potrà usare sul fondo dello scavo una platea in conglomerato cementizio di classe Rck >200 daN/cm<sup>2</sup>, dell'altezza media di 5 cm, dopo la messa in opera del "non tessuto" sulla platea, oppure dopo l'impermeabilizzazione con bitume dello stesso "non tessuto".

Per lo smaltimento delle acque si potranno utilizzare materassini in materiale sintetico non putrescibile drenanti rivestiti in "non tessuto" posti in doppio strato a diretto contatto col "non tessuto" di fondo, oppure tubazione in corrugato di PVC o poltruso in vetroresina del diametro 100 mm microfessurata.

Il cavo rivestito di "non tessuto", con dispositivo di smaltimento delle acque prescelto, verrà successivamente riempito di conglomerato cementizio poroso.

Il conglomerato cementizio poroso dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- la quantità di cemento da impiegare dovrà essere pari a 150 daN per metro cubo del tipo 32,5 preferibilmente pozzolanico o d'alto forno;
- la resistenza a compressione a 28 d dovrà essere maggiore od uguale a 100 daN/cm<sup>2</sup>;
- la dimensione massima degli aggregati dovrà essere di 40 mm;
- le pezzature da usare dovranno essere di 3 tipi:

0/5 per circa 300 kg/m<sup>3</sup>

5/20 " " 675 " "

20/40 " " 675 " "

- l'acqua d'impasto dovrà essere 70-80 l/m<sup>3</sup>
- il conglomerato cementizio maturato deve avere una capacità drenante misurata con il permeometro di cui al punto 36.2.5.3.2. di almeno 5 dm<sup>3</sup>/min.

Questo conglomerato cementizio deve inoltre ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il "non tessuto" alle pareti dello scavo.

Terminato il riempimento, il conglomerato cementizio poroso dovrà essere ben vibrato mediante vibrocostipatori o vibratori ad immersione e si sovrapporrà il "non tessuto" fuoriuscente in sommità; su di esso verrà eseguita una copertura in conglomerato bituminoso tipo chiuso (2% dei vuoti della prova Marshall) per uno spessore medio non inferiore a 7 cm.

### 3.22 Pavimentazioni in conglomerato bituminoso

#### 3.22.1 Leganti bituminosi di base e modificati

##### 3.22.1.1 Leganti bituminosi semisolidi - caratteristiche e penali

I leganti bituminosi semisolidi sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi di base e bitumi modificati (con appositi polimeri ed additivi, vedi tavola che segue).

Nel seguito indichiamo le caratteristiche dei diversi leganti, 8 per i bitumi di base, 9 per quelli modificati con sigla "B" e "D", 10 per quelli a modifica "Hard" con sigla "C".

Si deve rientrare nei limiti almeno per 4 caratteristiche su 8 per i bitumi di base; obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla viscosità dinamica a T=160 °C, perdita per riscaldamento (volatilità) a T=163 °C, penetrazione e punto di rammollimento.

Almeno 5 caratteristiche su 9/10 per i bitumi modificati; obbligatoria sempre la rispondenza nelle grandezze riferite alla viscosità dinamica a T=160 °C, penetrazione, incremento del punto di rammollimento e ritorno elastico a T=25 °C e stabilità allo stoccaggio.

Qualora i bitumi di base ed i modificati non risultino come da richieste testé definite, verranno penalizzati del 5% i primi e del 10% i secondi per i prezzi di tutti i conglomerati per strati di base, collegamento ed usura o per altri impieghi, confezionati con la partita di bitume a cui si riferiscono le prove.

L'applicazione di queste penali non esclude quelle previste in altri articoli delle presenti Norme, riferite a caratteristiche del prodotto finito quali: moduli, durate, resistenze, regolarità, ecc.

Nella tavola sinottica sono riportate le categorie dei leganti per tipo di modifica e campi di applicazione.

TAVOLA SINOTTICA

CATEGORIA	TAB	SIGLA BITUME	POLIM. % INDICATIVA	POLIMERO TIPO	CAMPI DI APPLICAZIONE
Bitume di base	36.1.1.1	A	-	-	CB
Bitume Soft (°)	36.1.2.1	B	4,00	SBSr, SBSI, EVA	CBS
Bitume Hard	36.1.3.1	C	4 + 2	SBSr + SIS	CBH(°), CBD, TSC, MT, MAD, MAMT, MAV, MAPCP
Bitume Hard per: Microtappeti a freddo, Riciclaggio in sito a freddo	36.1.3.2	D	6,00	SBSr, SBSI, EVA	MTF, CBRF
Bitume Hard per Sigillature, Tamponi, Viadotti, Cavalcavia	36.1.3.3	E	8,00	SBSr, SBSI, EVA, LDPE(°°°)	S, GT, CBV
Emulsioni bituminose cationiche	36.1.3.4	F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub>	-	-	MAF
Attivanti chimici funzionali	36.1.4.1	ACF	-	-	CBR(°°°°)
Leganti sintetici	36.1.6	L.S.	-	Resine epossiamminiche	TSS

(°) Usato nei conglomerati bituminosi tradizionali se il bitume di base non raggiunge i minimi richiesti (Tab. 36.1.1.1)

(°°) Per aumentare la durata a fatica dei CB

(°°°) Modifica mediante Polietilene a bassa densità (LDPE) solo per CBV

(°°°°) Vengono usati per riattivare le caratteristiche reologiche dei bitumi nei CBR (strati di base, collegamento, usura) vedi art 3.22.2

SIGLA	CAMPO DI APPLICAZIONE
CB	Conglomerati bituminosi normali per strati di base, collegamento ed usura
CBS	Conglomerati bituminosi speciali per strati di base, collegamento ed usura, con bitume a modifica "Soft"
CBH	Conglomerati bituminosi speciali ad alta resistenza a fatica per strati di base, collegamento ed usura, con bitume a modifica "Hard"
CBR	Conglomerati bituminosi contenenti tra il 10% e il 20% di riciclato
CBD	Conglomerato bituminoso drenante fonoassorbente
CBDR	Conglomerato bituminoso drenante riciclato
CBRF	Conglomerato bituminoso riciclato in sito a freddo
MT	Microtappeti ad elevata rugosità (parzialmente drenanti)
TSC	Trattamenti superficiali a caldo
TSS	Trattamenti superficiali con leganti sintetici (tipo ITALGRIP)
MTF	Microtappeti a freddo (tipo Macro Seal)
CBV	Conglomerato bituminoso per viadotti
S	Sigillature
GT	Giunti a tampone
MAD	Mano di attacco per CBD
MAMT	Mano di attacco per MT
MAV	Mano di attacco per CBV (tra membrana poliuretanicca e CBV)
MAPCP	Mano di attacco per PCP (lastra in conglomerato cementizio ad armatura continua)
MAF	Mano di attacco a freddo per conglomerati bituminosi tradizionali
SIGLA	POLIMERI E ADDITIVI
SBSr	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura radiale
SBSl	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura lineare
SIS	Stirene-Isoprene-Stirene
EVA	Etilene-Vinil-Acetano
LDPE	Polietilene a bassa densità
LS	Resine bicomponenti epossiamminiche
ACF	Attivanti Chimici Funzionali
FM	Fibre minerali (vetro)

### ***Bitumi di base***

I leganti bituminosi semisolidi sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione da raffineria (definiti di base) con le caratteristiche indicate in Tabella 0 impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali di cui all'art. 36.2.

Nella tabella 0 sono riportate le caratteristiche riferite al prodotto di base "A" così come viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio (vedi successivo art. 36.2.1.8.5).

I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalla normativa CNR 81/80.

TABELLA 0

			Bitume A (50/70)
Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione @ 25 °C	0,1 mm	EN 1426 CNR24/71	50-70
Punto di rammollimento	°C	EN 1427 CNR35/73	46-56
Punto di rottura (Fraass), max	°C	CNR43/74	≤ - 8
Solubilità in Tricloroetilene, min.	%	CNR48/75	≥99
EN 1427 CNR35/73	Pa*s	SN 67.1722a	≤0,3
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) @163 °C, max, ±	%	CNR54/77	≤0,5
Penetrazione residua @ 25 °C , min.	%	EN 1426 CNR24/71	≥50
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427 CNR35/73	≤9

(\*) Rolling Thin Film Oven Test

### ***Bitumi modificati***

I bitumi modificati rappresentano quei leganti per uso stradale di nuova generazione, che garantiscono una maggiore durata a fatica delle pavimentazione rispetto a quelle impieganti bitumi di base o che permettano risultati altrimenti impossibili con i conglomerati normali.

La loro produzione deve avvenire in impianti industriali dove vengono miscelati i bitumi di base, opportunamente selezionati, con polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica e/o altre tipologie di modifica.

I bitumi modificati, in funzione del tipo di modifica, vengono così definiti:

Bitume con modifica "SOFT" le cui caratteristiche sono riportate nella tabella 36.1.2.1.

Bitumi con modifica "HARD" con le caratteristiche riportate nelle tabelle 36.1.3.1, 36.1.3.2, 36.1.3.3, 36.1.3.4.

I bitumi con modifica "SOFT" vanno impiegati nelle miscele di base, collegamento e usura, quando i bitumi di base non raggiungono le caratteristiche richieste, (vedi tab. 36.1.2.1) mentre devono essere tassativamente impiegati i bitumi a modifica "HARD" nelle miscele particolari salvo diversa indicazione.

Questi ultimi possono anche essere usati nelle miscele normali se richiesto nel progetto (vedi art. 36.1.3).

I bitumi modificati, sia “SOFT” che “HARD”, possono anche essere preparati da “MASTER” : (bitume madre modificato con elevate percentuali di polimero) successivamente tagliato per aggiunta e miscelazione di bitume di base in percentuali tali da raggiungere le caratteristiche richieste nella tabella 36.1.2.1 e nelle tabelle 36.1.3.1, 36.1.3.2, 36.1.3.3, 36.1.3.4.

Per i bitumi modificati, sia “SOFT” che “HARD”, il produttore deve certificare le seguenti caratteristiche: penetrazione @25 °C, punto di rammollimento prima e dopo la modifica, recupero elastico @25 °C e la stabilità allo stoccaggio.

I certificati di prova devono accompagnare il quantitativo trasportato.

Inoltre il produttore deve indicare le condizioni di temperatura da attuare per le operazioni di pompaggio, stoccaggio e di lavorazione (miscelazione).

La produzione potrà avvenire anche agli impianti di fabbricazione dei conglomerati bituminosi purché i bitumi ottenuti abbiano le caratteristiche richieste.

In questo caso i carichi di bitume di base destinati alla modifica devono essere testati almeno sul valore del punto di rammollimento e della penetrazione, mentre permane l'obbligo alla certificazione dei dati sopra indicati.

Nel caso di fornitura esterna è preferibile usare fornitori certificati in Qualità da primario istituto europeo almeno a norma ISO 9002.

Entro un anno dalla data di applicazione di queste norme e comunque dal marzo 1999, le forniture dovranno avvenire esclusivamente da parte di ditte di questo tipo.

### 3.22.1.2 Bitumi con modifica “SOFT”

Tali bitumi vanno usati quando i bitumi di base non rientrano nelle caratteristiche richieste.

La modifica deve conseguire i seguenti risultati:

TABELLA 36.1.2.1 - BITUME “SOFT”- LEGANTE “B” (% DI MODIFICANTE/I(\*) ≥4%)

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione @ 25 °C	0,1 mm	EN 1426; CNR24/71	50-70
Δ Punto di rammollimento (°) /valore minimo P.A.	°C	EN 1427; CNR35/73	≥14/50
Punto di rottura (Fraass), max	°C	CNR43/74	≤-10
Viscosità dinamica @160 °C, $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$ , max	Pa*s	SN 67.1722a	≤0,4
Ritorno elastico @25 °C, 50mm/min	%	EN 1427; CNR35/73	≥50
Stabilità allo stoccaggio, 3 d, @180 °C Δ Punto di rammollimento, max	°C	Vedi Norma in allegato 4	≤3
Valori dopo RTFOT (***)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) @163 °C, max, ±	%	CNR54/77	≤0,8
Penetrazione residua @ 25 °C , max	%	EN 1426; CNR24/71	≤40

Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427; CNR35/73	≤8
--	----	-------------------	----

(\*) Si intendono polimeri elastomeri e/o termoplastici tipo :SBSr, SBSI, EVA, la percentuale complessiva è indicativa

(°°) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base

(\*°\*) Rolling Thin Film Oven Test

### 3.22.1.3 Bitumi con modifica "HARD"

Le caratteristiche dei leganti con modifica "Hard" da impiegare per la realizzazione di: conglomerati bituminosi "Hard" (CBH), conglomerati bituminosi drenanti (CBD); trattamenti superficiali a caldo (TSC); microtappeti ad elevata rugosità (MT); microtappeti superficiali a freddo tipo "Macro Seal" (MTF); mano di attacco per usure drenanti (MAD), mano di attacco per microtappeti (MAMT), mano di attacco tra membrane continue di impermeabilizzazione e pavimentazioni sulle opere d'arte (MAV); mano di attacco per PCP (lastra in conglomerato cementizio ad armatura continua) (MAPCP), sigillature (S); giunti a tampone (GT); pavimentazioni di viadotti (CBV); sono riportate nelle tabelle che seguono.

TABELLA 36.1.3.1 - BITUME HARD - LEGANTE "C" (% DI MODIFICANTE/I(\*) ≥6%)

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione @ 25 °C	0,1 mm	EN 1426/2007; CNR24/71	50-70
Punto di rammollimento	°C	EN 1427/2007 CNR35/73	>60
Punto di rottura (Fraass), max	°C	EN 12593/2007 ;CNR43/7 4	≤-15
Viscosità dinamica @160 °C, $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$ , max	Pa*s	UNI EN13702-1/2004	≤0,8
Ritorno elastico @25 °C, 50mm/min	%	UNI EN 13398/2004	≥70
Stabilità allo stoccaggio, 3 d, @180 °C $\Delta$ Punto di rammollimento, max	°C	UNI EN 13399/2004	≤3
Resistenza a fatica, $G^* \sin \delta$ , 1.0 kPa (0.145 psi), @10 rad/s, 50 °C	KPa		≥9
Valori dopo RTFOT (*°*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) @163 °C, max, ±	%	UNI EN 12607-1/2007	≤0,8
Penetrazione residua @ 25 °C , max	0,1 mm	EN 1426/2007; CNR24/71	≥40

Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427/2007; CNR35/73	≤5
--	----	---------------------------	----

(\*) Si intendono polimeri elastomeri e/o termoplastici tipo : SBSr, SIS, la percentuale complessiva è indicativa

(\*\*\*) Rolling Thin Film Oven Test

TABELLA 36.1.3.2 - BITUME HARD - LEGANTE "D"(\*\*) (% DI MODIFICANTE/I(\*) ≥6%)

Per: microtappeti a freddo tipo "Macro Seal", conglomerati bituminosi riciclati a freddo.

Caratteristiche (***)	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione @ 25 °C	0,1 mm	EN 1426/2007; CNR24/71	50-70
Δ Punto di rammollimento (°°)/valore minimo P.A.	°C	EN 1427/2007 CNR35/73	≥20/66
Punto di rottura (Fraass), max	°C	EN 12593/2007 ;CNR43/7 4	≤-15
Viscosità dinamica @160 °C, $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$ , max	Pa*s	UNI EN13702-1/2004	≤0,8
Stabilità allo stoccaggio, 3 d, @180 °C Δ Punto di rammollimento, max	°C	UNI EN 13398/2004	≤3
Ritorno elastico @25 °C, 50mm/min	%	UNI EN 13399/2004	≥60
Valori dopo RTFOT (****)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) @163 °C, max, ±	%	UNI EN 12607-1/2007	≤0,8
Penetrazione residua @ 25 °C , max	%	EN 1426/2007; CNR24/71	≤50
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427/2007; CNR35/73	≤10

(\*) Si intendono polimeri elastomeri e/o termoplastici tipo :SBSr, SBSI, EVA, la percentuale complessiva è indicativa

(\*\*) Da usare in emulsione con acqua , agenti emulsionanti e flussanti

(°°) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base

(\*\*\*\*) Valori determinati sul residuo secco ricavato per distillazione del prodotto emulsionato (CNR100/84)

(\*\*\*\*\*) Rolling Thin Film Oven Test

TABELLA 36.1.3.3 - BITUME HARD - LEGANTE "E" (% DI MODIFICANTE/I(\*) ≥8%)

Per sigillature, tamponi viscoelastici a caldo, conglomerati bituminosi da viadotti.

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione @ 25 °C	0,1 mm	EN 1426/2007; CNR24/71	100-150
Δ Punto di rammollimento (°)/valore minimo P.A.	°C	EN 1427/2007 CNR35/73	≥24/70
Punto di rottura (Fraass), max	°C	EN 12593/2007 ;CNR43/74	≤-17
Viscosità dinamica @160 °C, $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$ , max	Pa*s	UNI EN13702-1/2004	≤0,8
Ritorno elastico @25 °C, 50mm/min	%	UNI EN 13398/2004	≥70
Stabilità allo stoccaggio, 3 d, @180 °C Δ Punto di rammollimento, max	°C	UNI EN 13399/2004	≤3
Valori dopo RTFOT (**)			
EN 1427; CNR35/73	%	UNI EN 12607-1/2007	≤0,8
Penetrazione residua @ 25 °C , max	%	EN 1426/2007; CNR24/71	≤50
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427/2007; CNR35/73	≤10

(\*) Si intendono polimeri elastomeri e/o termoplastici tipo: SBSr,SBSI, SIS, EVA, LDPE, la percentuale complessiva è indicativa; LDPE è presente solo per le pavimentazioni da viadotto

(°°) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base

(\*\*) Rolling Thin Film Oven Test

TABELLA 36.1.3.4 - EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE - LEGANTE "F1" e "F2"

Mani di attacco tradizionali per conglomerati bituminosi normali.

Caratteristiche	Unità	"F1"	"F2"
		a rapida rottura	a media rottura
		Valore	Valore

Contenuto di bitume (residuo di distillazione), min.	% in peso	≥53	≥54
Viscosità Engler @ 20 °C	°E	3/8	5/10
Carica delle particelle		Positiva	Positiva
Penetrazione @ 25 °C, max	1/10 mm	≤200	≤200
Punto di rammollimento, min.	° C	≥37	≥37

#### 3.22.1.4 Attivanti chimici funzionali (A.C.F.)

Detti composti chimici sono da utilizzare come additivi per i bitumi a modifica Soft tipo "B" in percentuali variabili come indicato nella tabella.

Gli A.C.F. rigenerano le caratteristiche del bitume invecchiato proveniente dalla fresatura di pavimentazioni bituminose (CBR) e rappresentano quei formulati studiati appositamente per migliorare la tecnologia del riciclaggio e/o l'impiego di riciclati in miscele tradizionali.

In particolare gli ACF devono svolgere le seguenti funzioni:

- una energica azione quale attivante di adesione;
- peptizzante e diluente nei confronti del bitume invecchiato ancora legato alle superfici degli elementi lapidei costituenti il conglomerato fresato;
- plastificante ad integrazione delle frazioni malteniche perse dal bitume durante la sua vita;
- disperdente al fine di ottimizzare l'omogeneizzazione del legante nel conglomerato finale;
- antiossidante in contrapposizione agli effetti ossidativi dovuti ai raggi ultravioletti ed alle condizioni termiche della pavimentazione.

Gli ACF devono avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

TABELLA 36.1.4.1

CARATTERISTICHE CHIMICO - FISICHE	Valore
Densità a 25/25 °C. (ASTM D - 1298)	0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a. (ASTM D - 92)	200 °C
Viscosità dinamica @60 °C, $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$ (SNV 671908/74)	0,03 - 0,05 Pa*s
Solubilità in tricloroetilene (ASTM D - 2042)	99,5% in peso
Numero di neutralizzazione (IP 213)	1,5-2,5 mg/KOH/g
Contenuto di acqua (ASTM D - 95)	1% in volume
Contenuto di azoto (ASTM D - 3228)	0,8 - 1,0% in peso

L'uso degli ACF sarà autorizzato della Direzione Lavori, previo parere del Laboratori di Fiano Romano della Società.

La loro percentuale ottimale di uso è verificata con prove sulle miscele di CB.

**3.22.1.5 Modificanti strutturali (MST)**

L'uso delle fibre migliora le caratteristiche fisico-meccaniche dei conglomerati bituminosi modificati.

Il loro impiego dipende dalla natura e qualità dei bitumi di base ed è previsto nelle curve di progetto.

**Fibre di natura minerale (vetro)**

Per bitumi, per usure drenanti, mani d'attacco e simili.

CARATTERISTICHE	Unità	Valore
Lunghezza media	µm	200 - 300
Diametro medio	µm	5 - 6
Superficie specifica	cm <sup>2</sup> /g	3000,00
Resistenza alla trazione	GPa	1 - 2
Allungamento massimo	%	1,5 a 2,5
Tasso di infeltrimento	%	0,00
Resistenza alla temperatura	°C	550 - 650

**Fibre di natura minerale (vetro) a filo continuo**

Per bitumi, per microtappeti a freddo e simili.

CARATTERISTICHE	Unità	Valore
Peso del filo	tex (g/Km)	30 ± 2
Diametro medio del filo	µm	15 ± 1
Peso nominale/lineare della matassa	tex (g/Km)	2400 ± 15
Resistenza alla trazione	MPa	2400 ÷ 3400
Allungamento massimo	%	4,00
Resistenza alla temperatura	°C	≥700

Altre fibre potranno essere autorizzate dalla Direzione Lavori previa valutazione del Laboratorio di Fiano Romano della Società.

**3.22.1.6 Leganti sintetici**

Detti formulati chimici composti da resine bicomponenti a base epossiamminica devono avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

CARATTERISTICHE	RESINA
reattività	18°
inizio polimerizzazione in film	2 h
comp. a	3.500/4.000 mPas tixotropia
comp. b	tradizionale
epossidica	tradizionale

indurente	base EAP in mix poliammide
modifica diluente reattivo	si, monofunzionale
modifica plastificante	no
accelerante	si
durezza shore D	media 76
shrinkage dopo 5 cicli	0,00
shrinkage dopo 7 d	0,00
transizione vetrosa in °C	43,00
modulo elastico a 25 °C (TD)	3.800/4.200
modulo elastico a 40 °C (TD)	3.400/3.950
modulo elastico a 0 °C (TD)	10.600/11.800

Essi vanno impiegati nei trattamenti superficiali ad altissima performance di aderenza e tessitura.

### 3.22.2 Realizzazione di strati di sottobase con riciclaggio a freddo di conglomerati bituminosi

La miscela rigenerata è costituita dall'insieme di fresato, emulsione bituminosa, acqua e cemento nelle quantità e tipologie espresse nelle presenti prescrizioni.

#### Materiali

Fresato

Il fresato deve avere una curva granulometrica rientrante nel fuso riportato in tabella 1.

Serie crivelli e setacci UNI		
Crivello	40	100
Crivello	25	80-100
Crivello	15	60-90
Crivello	10	40-80
Crivello	5	25-55
Setaccio	2	10-30
Setaccio	0,4	0-4
Setaccio	0.18	0-3
Setaccio	0.075	0-2

Apertura Vagli (mm)	fuso	
	Pp (%)	Pp (%)
40	100	100
31,5	100	93
20	98	76
16	93	66

14	90	61
12,5	88	57
10	82	45
8	75	38
6,3	65	32
4	47	22
2	30	10
1	17	5
0,5	7	1
0,25	3	0
0,125	3	0
0,063	2	0

Tabella 1 - Curva granulometrica media del fresato tal quale

La curva granulometrica della parte litica dopo estrazione del legante deve rientrare nel fuso riportato in tabella 2.

Serie crivelli e setacci UNI		
Crivello	40	100
Crivello	25	95 – 100
Crivello	15	75 – 95
Crivello	10	60 – 85
Crivello	5	45 – 60
Setaccio	2	30 – 45
Setaccio	0,4	13 – 22
Setaccio	0.18	7 – 16
Setaccio	0.075	4 – 9

Apertura vagli (mm)	fuso	
	Pp (%)	Pp (%)
40	100	100
31,5	100	100
20	98	90
16	97	83
14	96	77
12,5	94	74

10	88	64
8	82	58
6,3	74	53
4	60	43
2	45	30
1	34	22
0,5	25	15
0,25	18	9
0,125	13	6
0,063	7	4

Tabella 2 - Fuso granulometrica del fresato dopo estrazione del bitume

In ogni caso il fresato non deve presentare elementi di dimensioni superiori a 40 mm e il suo contenuto di bitume deve essere inferiore al 6,5% rispetto al peso.

#### Emulsione bituminosa

L'emulsione dovrà derivare da bitumi aventi, dopo estrazione secondo norma ENI13074, le caratteristiche di cui alla tabella 3.

Parametro	Normativa	valori
Penetrazione	EN1426/2007	50-80
Punto di rammollimento	EN1427/2007	> 50
Punto di rottura (Fraass)	EN12593/2007	< -13

Tabella 3 - Requisiti del bitume di base

L'emulsione dovrà rispondere ai requisiti di cui alla tabella 4.

Parametro	Normativa	valori
Contenuto di acqua	UNI EN1428/2002	40+/-5%
Contenuto di flussante	UNI EN 1431/2002	< 3%
Viscosità Engler a 25 °C	ASTM D1665	2 - 4
Sedimentazione a 5 g	UNI EN 12847/2004	< 10%
Indice di rottura	UNI EN13075-2/2004	140 - 200
Filtrazione a 500 micron	UNI EN 1429/2002	<= 0,10
Filtrazione a 160 micron	UNI EN 1429/2002	<= 0,25

Tabella 4 - Requisiti dell'emulsione

#### Cemento

E' da considerarsi un additivo catalizzatore di processo, importante per regolare i tempi di rottura dell'emulsione che divengono più o meno critici in relazione al tipo di applicazione.

Può essere impiegato cemento Portland d'alto forno o pozzolanico (tipo I, III o IV) con classe di resistenza 325 o altro cemento, eventualmente indicato dal produttore, previa verifica di compatibilità con l'emulsione e con il suo comportamento a rottura.

#### Acqua

Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche. Sono escluse acque provenienti da scarichi di qualsiasi genere. La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l. In generale qualunque acqua potabile è accettabile previa verifica di compatibilità con l'emulsione e con il suo comportamento a rottura.

#### Miscela

##### Confezionamento

La miscela rigenerata è costituita da un impasto omogeneo del fresato di cui al punto 36.3.1.1, dell'emulsione bituminosa di cui al punto 36.3.1.2, del cemento di cui al punto 36.3.1.3 e di acqua di cui al punto 36.3.1.4 nelle quantità e nelle proporzioni espresse in tabella 5. Tutte le quantità si intendono riferite al peso del fresato.

Materiale		% umidità	% umidità	% umidità	% umidità
		fresato	fresato	fresato	fresato
		<2,0	2,0 - 3,0	3,0 - 4,0	4,0 - 5,0
Fresato	%	100			
Emulsione bituminosa	%	2,5 - 3,5			
Cemento	%	<1,5			
Acqua di aggiunta	%	2,0 - 2,5	1,0 - 1,5	<1,0	0,0

Tabella 5 - Composizione della miscela parametrizzata sull'umidità del fresato

Il contenuto di bitume finale totale della miscela (somma del bitume contenuto nel fresato e di quello aggiunto con l'emulsione) non deve eccedere l'8,0%.

Il contenuto di acqua totale (somma dell'acqua contenuta nell'emulsione, dall'umidità propria del fresato e dall'acqua di aggiunta) non deve eccedere il 7,0%. L'utilizzo di fresati con umidità superiori al 5,0% non è ammesso e per la regolazione dell'acqua di aggiunta è prescritto un controllo giornaliero dell'umidità del fresato preliminarmente all'avvio della produzione.

Il contenuto di cemento è variabile a seconda del tipo di emulsione impiegata. Il contenuto in cemento non deve in ogni caso eccedere l'1,5%.

La miscela deve essere prodotta mediante uso di impianti di confezionamento specifici, continui o discontinui.

L'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele omogenee con precisioni, rispetto allo studio di progetto (cfr. p.to 36.3.3.1), del +/- 0,25% per l'acqua e per l'emulsione e del +/- 0,10% per il cemento.

#### Posa in opera

La posa in opera deve essere effettuata in unico strato, secondo progetto, con macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. Per strati compattati finiti superiori a 15 cm e per larghezze di stesa superiori a 5,0 m è prescritto l'utilizzo di vibrofinitrici cingolate.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, esente da difetti e da segregazione.

La miscela deve essere immediatamente compattata mediante utilizzo di rulli metallici e gommati e la compattazione deve seguire la stesa sino a ridosso della vibrofinitrice.

In generale la compattazione e l'avvio del processo di rottura dell'emulsione dipendono direttamente dall'energia specifica efficace di rullatura. In particolare si prescrive l'utilizzo di rulli metallici vibranti del peso operativo di almeno 0,8 t per centimetro di spessore di strato finito compattato, ma comunque non inferiore al peso minimo di 12 t e da rullo gommato da almeno 25 t.

Si dovrà aver cura inoltre che la compattazione sia eseguita a regola d'arte, a basse velocità e con adeguate sovrapposizioni per ottenere uniforme addensamento in ogni punto, per evitare fessurazioni e scorrimenti e per lasciare lo strato perfettamente piano senza impronte di rullatura.

Ciascuno strato posato, salvo diverse indicazioni della D.L., deve stagionare, senza subire sollecitazioni meccaniche, per almeno 24 ore dall'accertato inizio del processo di maturazione oppure fino al raggiungimento di un valore del modulo di piastra Md di 90 MPa.

L'inizio del processo di maturazione è accertato quando i risultati di almeno due prove di piastra, ripetute a distanza di tempo sulla medesima stesa, soddisfano entrambi i seguenti requisiti:

- incremento del modulo Md - passi di carico compresi tra 1,5 e 2,5 kg/cm<sup>2</sup> - superiore al 30% rispetto al primo valore misurato, che deve essere almeno 60 MPa.

Discrezionalmente il Direttore Lavori può richiedere la verifica, per tratte omogenee di lunghezza minima di 200 m, del modulo elastico a mezzo di rilievo deflettometrico da eseguirsi, con passo di misura 50 m per ciascuna corsia di marcia, non prima di un mese dalla stesa.

Periodo	1 mesi	3 mesi
Portanza MPa (20 °C)	1.700	2.000

Tabella 6

Qualora fosse i valori determinati fossero inferiori alle soglie indicate, si procederà, a cura del Committente ed a spesa dell'Impresa, alla conseguente progettazione dell'intervento di risanamento e quindi all'applicazione di una detrazione a titolo penale, pari al valore dei lavori di risanamento oppure all'esecuzione in danno all'Impresa degli stessi.

La miscela deve essere posata prima che sia avviato il processo di rottura dell'emulsione; in particolare, in casi di temperature elevate e superiori ai 30 °C, la posa e la compattazione della miscela devono ultimarsi entro 2 ore dalla produzione della stessa.

La stesa non può essere eseguita in caso di precipitazioni piovose e con temperatura dell'aria inferiore a 5 °C.

### ***Prestazioni e controlli***

Qualifica materiali ed accettazione della miscela

Prima dell'inizio dei lavori l'Impresa dovrà presentare alla D.L. per approvazione lo studio e la composizione della miscela che intende utilizzare.

Lo studio dovrà comprendere almeno:

qualifica dei materiali costituenti la miscela conformemente ai requisiti di cui al punto 36.3.1.; determinazione della resistenza a trazione indiretta e dei parametri di deformabilità a 25 °C da rilevare a tempi di maturazione di 3, 7 e 14 gg secondo le modalità della norma CNR 134- UNI

EN 12697-23/2006 su coppie di provini confezionati con carico costante di 5 t per 5 minuti in fustelle Marshall;

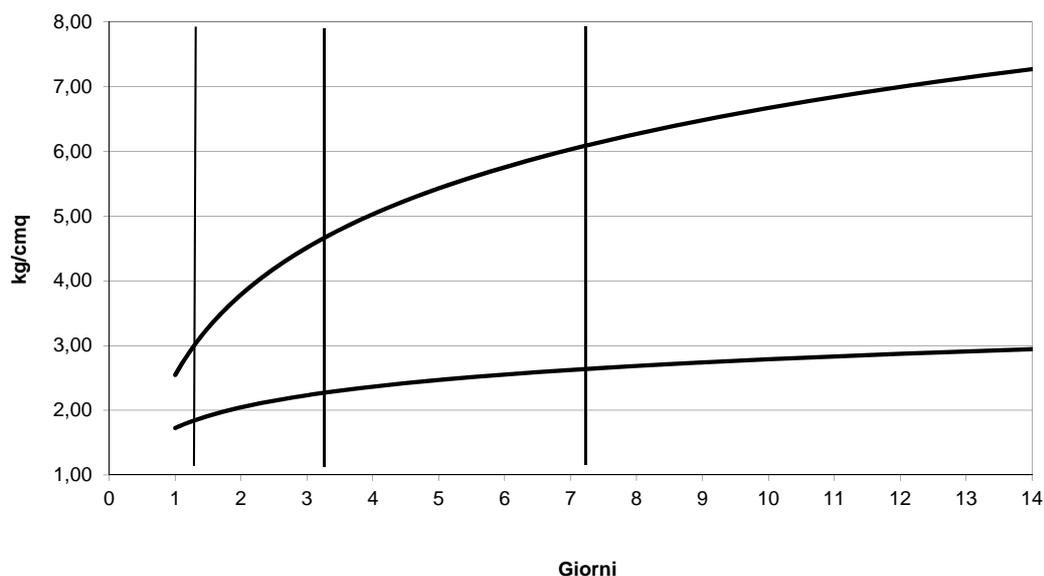
determinazione della percentuale dei vuoti residui secondo CNR 39- UNI EN 12697-8/2003 su provini confezionati con carico costante di 5 t per 5 minuti in fustelle Marshall.

I risultati delle prove di cui sopra dovranno soddisfare le specifiche di seguito elencate:

i valori di resistenza meccanica per trazione indiretta dovranno essere contenuti all'interno del fuso di seguito riportato;

la percentuale dei vuoti dovrà essere inferiore al 10%;

**FIG 1 - REQUISITI MECCANICI - Resistenza a rottura per trazione indiretta nel tempo**



### Controlli di produzione

Durante la produzione dovranno essere eseguiti all'impianto, con cadenza di un prelievo ogni 1000 mc di miscela prodotta, i campionamenti di seguito elencati per l'esecuzione delle relative prove di controllo:

fresato per la determinazione dell'umidità (CNR UNI 10008), della curva granulometrica ante e post-estrazione del bitume e della percentuale di bitume (CNR 38- UNI EN 12697-1/2006). Per le curve granulometriche sono tollerate variazioni rispetto allo studio di +/- 5,0% sui passanti fino al setaccio 2 mm e del +/- 3,0% sui setacci inferiori purchè rientranti nei rispettivi fusi di riferimento.

emulsione per la verifica delle caratteristiche di omogeneità rispetto a quelle dell'emulsione dello studio di cui al punto 36.3.3.1. Tale omogeneità sarà riscontrata attraverso l'esecuzione delle prove sul bitume residuo di cui alla tabella 3 e sull'emulsione di cui alla tabella 4 – contenuto di acqua, di flussante. Per tutte le caratteristiche sarà tollerata una variazione del 10% sui valori dello studio.

miscela sciolta per la determinazione dell'umidità (CNR UNI 10008), della curva granulometrica post-estrazione del bitume e della percentuale di bitume (CNR 38- UNI EN 12697-1/2006). Per il contenuto di acqua ed emulsione è tollerata una variazione rispetto allo studio di +/- 0,25% e del 0,10% per il cemento.

Nel caso in cui fossero verificati scostamenti superiori a quelli tollerati sarà cura ed onere dell'Impresa intervenire tempestivamente per riallineare la produzione. Nel caso in cui fossero verificate modificazioni sostanziali delle caratteristiche del fresato, ovvero fosse necessario

variare il tipo di emulsione, sarà onere e cura dell'impresa sottoporre all'approvazione della DL l'aggiornamento dello studio di progetto.

#### Prestazioni e controlli alla stesa

Durante la stesa dovranno essere eseguite, per ogni 1000 mc di miscela prodotta, le seguenti prove:

determinazione della resistenza a trazione indiretta e dei parametri di deformabilità a 25 °C da rilevare a tempi di maturazione di 3, 7 e 14 gg secondo le modalità della norma CNR 134- UNI EN 12697-23/2006 su provini compattati con carico costante di 5 t per 5 minuti in fustelle Marshall. I valori di confronto sono quelli dello studio di progetto accettato dalla D.L. con uno scostamento massimo ammissibile di +/- 10%, purché rientranti nel fuso di figura 1.

determinazione della percentuale dei vuoti residui secondo CNR 39- UNI EN 12697-8/2003 su provini compattati con carico costante di 5 t per 5 minuti in fustelle Marshall. I valori di confronto sono quelli dello studio di progetto accettato dalla D.L. con uno scostamento massimo ammissibile di +/- 10%, purché al di sotto della soglia massima.

Determinazione del modulo di deformazione tra i passi di carico compresi tra 1,5 e 2,5 kg/cm<sup>2</sup> per l'accertamento dell'inizio del processo di maturazione. Le prove di piastra dovranno essere accompagnate da determinazioni dell'umidità della miscela.

#### Controlli finali

Le caratteristiche prestazionali finali dello strato saranno determinate mediante i seguenti controlli:

determinazione dello spessore dello strato mediante strumentazione georadar ad alto rendimento. Sono ammesse variazioni degli spessori di progetto contenute entro il 10%.

Qualora la prestazioni finale, per tratte omogenee di lunghezza minima di 200 m, fosse inferiore alle soglie indicate, si procederà, a cura del Committente ed a spesa dell'Impresa, al calcolo e verifica delle eventuali necessità di integrazione del pacchetto di pavimentazione per garantire il raggiungimento della vita utile di progetto, alla conseguente progettazione dell'intervento di risanamento e quindi all'applicazione di una detrazione a titolo penale, pari al valore dei lavori di risanamento oppure all'esecuzione in danno all'Impresa degli stessi.

### 3.22.3 Conglomerati bituminosi a caldo

Nella tavola sinottica di sintesi sono riportate le composizioni indicative dei formulati riferiti alle miscele di tipo normale e di tipo speciale di conglomerati bituminosi confezionati a caldo in impianto.

I conglomerati bituminosi normali sono quelli confezionati con bitume di base; per quelli speciali sono previsti due tipi di legante, uno a modifica "Soft" l'altro a modifica "Hard".

TAVOLA SINOTTICA

#### COMPOSIZIONE

Tipi di conglomerato	Strati di impiego	Materiali freschi (% di impiego nella miscela)	Materiali fresati (% di impiego nella miscela)	Attivanti Chimici Funzionali (A.C.F.) (% in peso riferito al bitume)
CB "Normali"	Base	100,00	0,00	0,00
	Collegamento	100,00	0,00	0,00
	Usura	100,00	0,00	0,00

CBS "Soft"	Base	≥70	≤30	≤10
	Collegamento	≥75	≤25	≤5
	Usura	≥80	≤20	≤5
CBH "Hard"	Base	≥80	≤20	0,00
	Collegamento	≥85	≤15	0,00
	Usura	≥90	≤10	0,00

### *Conglomerati bituminosi normali di base, collegamento, usura*

#### Descrizione

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di cui all'art. 36.1 Tab. 36.1.1.1 di seguito denominato "Bitume", in impianti automatizzati.

Il conglomerato per i vari strati (base, collegamento, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato.

#### Bitume

Si richiamano espressamente le norme di cui all'art. 36.1 Tab. 36.1.1.1, i conglomerati di base, collegamento e usura potranno essere realizzati con bitumi di base oppure con bitumi a modifica "soft".

#### Materiali inerti

Gli inerti devono essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR fasc. IV/1953, cap. 1 e 2. Gli elementi litoidi non devono mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme CNR, art. 1 del fascicolo IV/1953.

#### Aggregato grosso

L'aggregato grosso deve essere costituito da frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove di seguito elencate eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare risponda ai seguenti requisiti:

##### Strato di base

Nella miscela di questo strato la Direzione Lavori potrà autorizzare l'uso di inerti non frantumati in una percentuale massima del 35% in peso. Per inerte "non frantumato" si intende un inerte che abbia anche una sola faccia arrotondata. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (CNR 34/73) deve essere  $\square$ 25% in peso.

Sensibilità al gelo (CNR 80/80) deve essere  $\square$ 30%.

Coefficiente di imbibizione (CNR fascicolo IV/1953)  $\square$ 0.015.

I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" (CNR 95/84) devono essere  $\square$ 3 ed a  $\square$ 1.58.

##### Strato di collegamento

Per questo strato devono essere impiegate esclusivamente inerti frantumati. Per inerte "frantumato" si intende un inerte che non abbia facce arrotondate.

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (CNR 34/73) deve essere  $\square$ 25%.

Sensibilità al gelo (CNR 80/80) deve essere  $\square$ 30%.

Coefficiente di imbibizione (CNR fascicolo IV/1953)  $\square$ 0.015.

I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" (CNR 95/84) devono essere  $\square$ 3 ed a  $\square$ 1.58.

36.3.1.4.3 - Strato di usura

Per questo strato devono essere impiegate esclusivamente inerti frantumati. Per inerte "frantumato" si intende un inerte che non abbia facce arrotondate.

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (CNR 34/73) deve essere  $<20\%$ .

La porosità (CNR B.U. n. 65 del 18.05.1978) deve essere  $\square$ 1,5%.

Il coefficiente di imbibizione, secondo le Norme B.U. CNR fascicolo IV/1953 deve essere  $\square$ 0,015. I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" (CNR 95/84) devono essere  $\square$ 3 e  $\square$ 1.58. Il coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.) deve essere  $\square$ 0,43 (CNR B.U. n. 140 del 15.10.1992).

La sensibilità al gelo (CNR B.U. n. 80 del 15.11.1980) deve essere  $\square$ 20%.

Lo spogliamento in acqua a 40 °C (con eventuale impiego di dopés di adesione) deve essere 0% (CNR B.U. n. 138/92). La miscela finale degli aggregati, almeno per il 20% del totale, deve contenere nella frazione più grossa, inerti di natura basaltica (CNR B.U. n. 104 del 27.11.1984). È facoltà della Società non accettare materiali che in precedenti esperienze hanno provocato nel conglomerato finito inconvenienti rapidi decadimenti di C.A.T., scadente omogeneità dell'impasto per loro insufficiente affinità con il bitume ed altro, anche se rispondenti ai limiti sopraindicati.

Nelle zone ove non siano presenti inerti basaltici o simili aventi caratteristiche di rugosità superficiale conformi alle prescrizioni delle presenti Norme, la Direzione Lavori tramite il Laboratorio della Società potrà autorizzare l'uso di altri materiali lapidei a condizione di una loro integrazione con inerti porosi naturali od artificiali (Materiale poroso naturale - Vesuviano o equivalente Materiale poroso artificiale - Argilla espansa "resistente" o materiali simili, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) ad elevata rugosità superficiale (C.L.A.  $\square$ 0,50) di pezzatura 5/15 mm in percentuali comprese tra il 20% ed il 35% (ad eccezione dell'argilla espansa) rispetto al peso degli inerti che compongono la miscela.

Ovvero, qualora l'Impresa reperisca altrove materiali lapidei corrispondenti alle prescrizioni delle Presenti Norme, la Direzione Lavori potrà comunque autorizzare la miscelazione di questi ultimi con inerti porosi naturali od artificiali con elevata rugosità superficiale (C.L.A.  $>0,50$ ) sino ad un massimo del 15% rispetto al peso degli inerti che compongono la miscela.

In ogni caso il risultato finale deve essere valutato con l'impiego di apparecchiature ad alto rendimento.

Le integrazioni sopra descritte e la scelta delle zone di impiego devono sempre essere autorizzate dalla Direzione Lavori, previo parere della Laboratori della Società, sulla base di preventiva presentazione da parte dell'Impresa di uno studio della miscela.

#### Aggregato fino

L'aggregato fino di tutte le miscele deve essere costituito da sabbie di frantumazione e da sabbie naturali di fiume.

La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione deve essere prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di stabilità e scorrimento, ricavati dalla prova Marshall, che si intendono raggiungere; comunque non deve essere inferiore al 70% della miscela delle sabbie.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, deve avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n. 34 del 28.3.73 - Prova C) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%. L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature (CNR 27/72) deve essere  $\square$ 70.

Nel caso di impiego di una sabbia frantumata non lavata l'equivalente in sabbia della miscela finale della sabbia nelle proporzioni previste dallo studio di progetto deve essere  $\geq 60$ .

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non deve superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di C.L.A.  $\leq 0,43$ .

#### Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti devono soddisfare ai seguenti requisiti:

- potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5, il DPA deve essere  $\leq 5$  °C (CNR 122/88), alla prova CNR B.U. n. 75 del 08.04.1980 i passanti in peso devono risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

Setaccio UNI 0,40 mm Passante in peso per via umida 100%

“ “ 0,18 mm “ “ “ “ “ “ 90%

“ “ 0,075 mm “ “ “ “ “ “ 80%

(della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco).

L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR - UNI 10014)

#### Miscela

Le miscele devono avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto).

#### Strato di base

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
crivello 30	100
“ 25	70-95
“ 15	45-70
“ 10	35-60
“ 5	25-50
setaccio 2	18-38
“ 0,4	6-20
“ 0,18	4-14
“ 0,075	4-8

Bitume 4% - 5% del tipo descritto in art. 36.1.1.1, tab. 36.1.1.1.

Per strati di spessore compreso non superiore a 10 cm devono essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore.

Strato di collegamento

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
crivello 25	100
“ 15	65-85
“ 10	55-75
“ 5	35-55
setaccio 2	25-38
“ 0,4	10-20
“ 0,18	5-15
“ 0,075	4-8

Bitume 4,5% - 5,5% del tipo descritto in art. 36.1.1.1, tab. 36.1.1.1.

Strato di usura

Crivelli e Setacci UNI Passante totale in peso %

	Passante totale in peso %	
	A	B
Crivello 20	100,00	-
Crivello 15	90-100	100,00
Crivello 10	70-90	70-90
Crivello 05	40-55	40-60
Setaccio 2	25-38	25-38
Setaccio 0,4	11-20	11-20
Setaccio 0,18	8-15	8-15
Setaccio 0,075	6-10	6-10

Bitume 4,8% - 5,8% del tipo descritto in art. 36.1.1.1, tab. 36.1.1.1

Fuso A - usure da 4-6 cm di spessore

Fuso B - usure da 3 cm di spessore

Requisiti di accettazione

I conglomerati devono avere ciascuno i requisiti descritti nei punti a cui si riferiscono.

**Strato di base**

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli ed elevatissima resistenza a fatica intesa come capacità di sopportare il numero più alto possibile di ripetizioni di carico senza fessurarsi.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura “Pressa Giratoria” (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B-93 EDITION 1B).

Gli impianti di confezionamento dovranno dotarsi gradatamente della apparecchiatura suddetta a sostituzione di quella Marshall.

#### CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione :  $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$   
Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto  
Pressione verticale, KPa : 600  
Dimensioni provino, mm : 150

#### REQUISITI DI IDONEITÀ

a 10 rotazioni: % vuoti:  $10 \div 14$   
a 100 rotazioni: % vuoti:  $3 \div 5$  (Dg = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)  
a 180 rotazioni: % vuoti:  $\square 2$

In alternativa (per il periodo di variazione attrezzature) si potrà ancora usare il metodo Marshall; il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a  $60^\circ\text{C}$  su provini costipati alla temperatura prescritta al punto 3.3 della Norma CNR 30/73 con 75 colpi di maglio per faccia, deve risultare superiore a 800 daN; inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in daN e lo scorrimento misurato in mm deve essere  $\square$  a 250 daN/mm.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 d deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR 121/87).

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 4% ed il 6% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

#### **Strato di collegamento (binder)**

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli ed elevatissima resistenza a fatica intesa come capacità di sopportare il numero più alto possibile di ripetizioni di carico senza fessurarsi.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B-93 EDITION 1B).

Gli impianti di confezionamento dovranno dotarsi gradatamente della apparecchiatura suddetta a sostituzione di quella Marshall.

#### CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione :  $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$   
Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto  
Pressione verticale, KPa : 600  
Dimensioni provino, mm : 150

#### REQUISITI DI IDONEITÀ

a 10 rotazioni: % vuoti:  $10 \div 14$   
a 100 rotazioni: % vuoti:  $3 \div 5$  (Dg = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)  
a 180 rotazioni: % vuoti :  $\square 2$

In alternativa (per il periodo di variazione attrezzature ) si potrà ancora usare il metodo Marshall.

La stabilità Marshall (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a  $60^\circ\text{C}$  alla temperatura prescritta al punto 3.3 della Norma CNR 30/73 su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, deve risultare in ogni caso superiore a 1000 daN; inoltre il valore della modulo di rigidità Marshall deve essere compreso tra 300 e 450 daN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 4% ed il 6% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 d deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR 121/87).

#### **Strato di usura - tipo "A" e "B"**

Elevata resistenza meccanica e rugosità superficiale (vedi requisiti di accettazione caratteristiche superficiali).

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B-93 EDITION 1B).

#### **CONDIZIONI DI PROVA**

Angolo di rotazione :  $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$

Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto

Pressione verticale, KPa : 600

Dimensioni provino, mm : 150

#### **REQUISITI DI IDONEITÀ**

a 10 rotazioni: % vuoti:  $10 \div 14$

a 130 rotazioni: % vuoti:  $4 \div 6$  (DG = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)

a 220 rotazioni: % vuoti:  $\square 2$

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) Norma interna della Società.

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Miscela di usura tipo "A" e "B":

Resistenza a Trazione indiretta a 25 °C (Rt) N/mm<sup>2</sup>:  $0.6 \div 0.9$

Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTI) N/mm<sup>2</sup>:  $\square 50$

Il fuso tipo "A" deve comprendere le curve per tappeti di usura dello spessore compreso tra 4 cm e 6 cm; qualora si rendesse necessario realizzare uno spessore di 7 cm la curva di progetto deve essere concordata con la Direzione Lavori.

Il fuso tipo "B" comprenderà le curve per tappeti dello spessore di 3 cm.

Inoltre in deroga a quanto descritto al punto 36.2.1.5 la percentuale di sabbia proveniente da frantumazione, rispetto a quella naturale di fiume, non deve mai essere inferiore al 90% nella miscela delle due sabbie. Per condizioni di clima asciutto e caldo prevalenti si devono usare curve granulometriche prossime al limite inferiore dei fusi di riferimento.

In alternativa (per il periodo di variazione attrezzature) si potrà ancora usare il metodo Marshall.

Il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, deve risultare in tutti i casi di almeno 1100 daN; inoltre il valore della modulo di rigidezza Marshall cioè deve essere in ogni caso compreso tra 300 e 450 daN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 5% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

I valori della resistenza a trazione indiretta (Prova Brasiliana - normativa interna della Società allegato 1) devono essere compresi nei seguenti limiti :

Usura tipo "A" e "B"

Temperatura di prova (°C)	10 °C	25 °C	40 °C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	1.5-2.5	0.7-1.0	0.3-0.6
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq 160$	$\geq 70$	$\geq 35$

### Modalità di esecuzione dei provini marshall

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 d deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR B.U. n. 121 del 24.08.1987).

I provini devono essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e costipato senza alcun ulteriore riscaldamento alla temperatura prescritta al punto 3.3 della norma CNR 30/73.

Alla stesa deve essere rilevata la temperatura di compattazione della miscela e se questa dovesse risultare inferiore a 140 °C la Direzione Lavori in presenza dell'Impresa deve impedire l'impiego di tale materiale sulla tratta già posta in opera nelle stesse condizioni sopra menzionate. Devono essere eseguite prove atte al rilevamento del grado di addensamento raggiunto dalla pavimentazione.

### Controllo dei requisiti di accettazione

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire, in contraddittorio con la Direzione Lavori, prove di controllo e di idoneità sui campioni di aggregato, di bitume e di attivanti di adesione per la relativa accettazione presso il Laboratori della Società.

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori ed al Laboratori della Società per il controllo della idoneità, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato dalla Direzione Lavori e dal Laboratori della Società lo studio di progetto e la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa deve attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

Nella curva granulometrica non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di  $\pm 5$  per lo strato di base e di  $\pm 3$  per gli strati di binder ed usura.

Per gli strati di base, collegamento ed usura non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm) di  $\pm 2$ ; per il passante al setaccio UNI 0,075 mm di  $\pm 1,5$ .

Per la percentuale di bitume non deve essere tollerato uno scostamento da quella di progetto di  $\pm 0,25$ .

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto che alla stesa come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di controllare le miscele, sia per i conglomerati bituminosi dello strato di usura che per quello dello strato di collegamento, dal punto di vista della deformabilità viscoplastica con prove di carico costante (norma CNR B.U. n. 106 del 10.4.1985).

Il parametro J1 a 10 °C deve essere compreso tra 25 e 40  $\text{cm}^2/(\text{daN}\cdot\text{s})$  mentre lo Jp a 40 °C deve essere compreso tra  $14 \times 10^6$  e  $26 \times 10^6 \text{ cm}^2/(\text{daN}\cdot\text{s})$ . Tali valori andranno determinati su provini ricavati da carote prelevate in sito o su campioni compattati in Laboratorio.

In ogni cantiere di lavoro deve essere installato e condotto a cura e spese dell'Impresa, un Laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione.

Devono essere effettuati almeno con frequenze giornaliere:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore;

- la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito (peso di volume e percentuale di vuoti ecc.);
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume DM= densità di riferimento Marshall (CNR B.U. n. 40 del 30.3.1973), media di tre prove; percentuale dei vuoti (CNR B.U. n. 39 del 23.3.1973), media di tre prove; stabilità e rigidità Marshall.
- la verifica della resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana) alla temperatura di 10 °C, 25 °C, 40 °C.
- il grado di addensamento della pavimentazione in opera.

Inoltre con verifica settimanale devono essere controllate le caratteristiche di idoneità della miscela prodotta mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4) con prelievi eseguiti in impianto od alla stesa. (Valori medi di tre provini). Queste prove sostituiscono le prove Marshall.

I provini eseguiti mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) Norma interna della Società.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume deve essere fatta almeno due volte a settimana con prelievi a norma CNR sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto; all'atto del prelievo sul campione verrà indicata la quantità Q (in daN) della fornitura a cui il prelievo si riferisce.

In cantiere deve essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa deve giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto.

La Direzione Lavori potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160 °C e 180 °C e quella del legante tra 150 °C e 180 °C salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

Attivanti di adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati saranno impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi di adesività) compensate nei prezzi.

Esse saranno impiegate sempre negli strati di base e di collegamento mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso il Laboratorio Centrale della Soc. Autostrade avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

La presenza degli agenti tensioattivi nel legante bituminoso verrà accertata mediante prova di separazione cromatografica su strato sottile e l'adesione secondo prova Autostrade.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 3‰ (tre per mille) ed il 6‰ (sei per mille) rispetto al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego devono ottenere il preventivo benestare della Direzione Lavori.

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nel legante bituminoso.

Posa in opera

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica al 55% in peso (tab. 36.1.3.4) per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140 °C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli gommati di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 14 t per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base a discrezione della Direzione Lavori potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

Al termine della compattazione gli strati di base, collegamento e usura devono avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 98% di quella Marshall (DM) dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

Nel caso in cui la metodologia di controllo sia stata quella con la Pressa Giratoria, e in mancanza dei dati di controllo di cantiere o nei casi controversi, la densità di riferimento sarà quella di progetto.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; deve essere tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art. 3.22.5. Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne l'ancoraggio, deve essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi deve essere eventualmente interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 daN/m<sup>2</sup>.

***Conglomerato bituminoso speciale confezionato a caldo in impianto con bitumi a modifica di tipo "SOFT"***

Descrizione

I conglomerati bituminosi confezionati a caldo in impianto sono costituiti da inerti freschi frantumati ed inerti provenienti da conglomerati preesistenti fresati o frantumati aggiunti in proporzioni variabili a seconda della natura del conglomerato che si deve ottenere (base, binder, usura) impastati a caldo con bitume modificato di tipo "soft" (art. 36.1.2, tab. 36.1.2.1) e con prodotti attivanti chimici funzionali del bitume (art. 36.1.4, tab. 36.1.4.1).

La messa in opera avviene con sistemi tradizionali.

Per conglomerato bituminoso preesistente fresato denominato "materiale da integrazione" deve intendersi quello proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demoliti con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo). Per i materiali descritti nel presente articolo, in assenza di indicazioni valgono le prescrizioni per i conglomerati bituminosi a caldo freschi (art. 36.2).

#### Materiali inerti

Per ogni lavorazione, le percentuali in peso di materiale fresato, definito di "integrazione" riferite al totale della miscela degli inerti devono essere comprese nei limiti qui di seguito specificati:

- Per il conglomerato di base :  $\square 30\%$
- Per il conglomerato di collegamento :  $\square 25\%$
- Per il conglomerato di usura :  $\square 20\%$

La percentuale di fresato va dichiarata nei documenti di progetto e riscontrata nelle successive prove di controllo. Il restante materiale deve essere costituito da inerti freschi con requisiti di accettazione previsti per i conglomerati normali (art. 36.3.1.3, 36.3.1.4, 36.3.1.4.1, 36.3.1.4.2, 36.3.1.4.3, 36.3.1.5, 36.3.1.6) con la sola eccezione che gli inerti devono essere frantumati al 100%. Per frantumato al 100% si intende che l'inerte non deve possedere nessuna faccia tonda. Si deve usare materiale fresato di qualsiasi provenienza per impieghi per lo strato di base, materiali provenienti da vecchi strati di binder ed usura per lo strato di collegamento, materiali provenienti da strati di usura da impiegarsi solo per questo strato.

#### Legante

Il bitume deve essere costituito da quello descritto all'articolo 36.1.2 tab. 36.1.2.1 e da quello proveniente dal materiale fresato additivato con A.C.F. (art. 36.1.4 tab. 36.1.4.1).

L'attivante chimico funzionale deve essere approvato dalla Direzione Lavori tramite il Laboratorio in modo da ottenere la viscosità e le caratteristiche di adesione prescritte.

Le percentuali di impiego in peso di A.C.F. saranno indicativamente le seguenti:

Impiego di fresato della miscela (% in peso)	A.C.F. (% in peso riferita al legante)
$\leq 10\%$	$\leq 5\%$
$\geq 10\%$	$\leq 10\%$

#### Miscela

La miscela di inerti freschi aggiunti a quelli provenienti da fresatura deve essere tale da avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso prescritto per il materiale che vuole costituire (art. 36.2.1.7.1, 36.2.1.7.2, 36.2.1.7.3), mentre le percentuali totali di legante finale devono essere comprese nei seguenti limiti:

- Per il conglomerato di base :  $4.0\% \div 5.0\%$
- Per il conglomerato di collegamento :  $4.5\% \div 5.5\%$
- Per il conglomerato di usura :  $5.0\% \div 6.0\%$

#### Miscela di base

- Stabilità Marshall (CNR 30/73) :  $\square 1000$  daN
- Modulo di rigidità :  $300 \div 500$  daN/mm
- Vuoti residui Marshall (CNR 39/73) :  $4 \div 6$  (in volume)

La miscela di progetto deve essere analizzata dal Laboratorio Centrale mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1 B-93 EDITION 1B).

- Angolo di rotazione :  $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$

- Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto
- Pressione verticale KPa : 600
- Dimensione provino, mm : 150

**REQUISITI DI IDONEITÀ**

- a 10 rotazioni : % vuoti  $10 \div 14$
- a 110 rotazioni : % vuoti  $3 \div 5$  (Dg = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)
- a 190 rotazioni : % vuoti  $\square 2$

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) Norma interna della Società.

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (Rt) N/mm<sup>2</sup> :  $0.4 \div 0.8$
- Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTI) N/mm<sup>2</sup> :  $\square 40$

I valori di resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" ricavati da provini confezionati mediante il sistema Marshall (CNR 30/73) devono essere compresi nei seguenti limiti:

Temperatura di prova (°C)	10 °C	25 °C	40 °C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	1.4 ÷ 2.1	0.5 ÷ 1.0	0.2 ÷ 0.5
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	≥160	≥60	≥25

**Miscela di collegamento (binder)**

- Stabilità Marshall (CNR 30/73) :  $\square 1100$  daN
- Modulo di rigidezza :  $300 \div 500$  daN/mm
- Vuoti residui Marshall (CNR 39/73) :  $4 \div 6$  (in volume)

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1 B)

- Angolo di rotazione :  $1 \ 25^\circ \pm 0,02^\circ$
- Velocità di rotazione : 30 rotazione al minuto
- Pressione verticale kPa : 600
- Dimensione provino mm : 150

**REQUISITI DI IDONEITÀ**

- a 10 rotazioni : % vuoti  $10 \div 14$
- a 110 rotazioni : % vuoti  $3 \div 5$  (Dg = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)
- a 190 rotazioni : % vuoti  $\square 2$

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) Norma interna della Società.

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (Rt) N/mm<sup>2</sup> :  $0.5 \div 0.8$
- Coefficiente di Trazione Indiretta a 25 °C (CTI) N/mm<sup>2</sup> :  $\square 40$

I valori di resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" ricavati da provini confezionati mediante il sistema Marshall (CNR 30/73) devono essere compresi nei seguenti limiti:

Temperatura di prova (°C)	10 °C	25 °C	40 °C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	1.5÷2.2	0.6÷1.0	0.25÷0.60
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	≥160	≥70	≥35

#### Miscela di usura

- Stabilità Marshall (CNR 30/73) : 1100÷1500 daN
- Modulo di rigidezza : 300÷450 daN/mm
- Vuoti residui Marshall (CNR 39/73): 4÷6 (in volume)

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1 B)

- Angolo di rotazione : 1.25°±0.02°
- Velocità di rotazione : 30 rotazione al minuto
- Pressione verticale, KPa : 600
- Dimensione provino, mm : 150

#### REQUISITI DI IDONEITÀ

- a 10 rotazioni: % vuoti 10÷14
- a 140 rotazioni: % vuoti 3÷5 (Dg = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)
- a 230 rotazioni: % vuoti □2

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) Norma interna della Società.

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (Rt) N/mm<sup>2</sup> : 0.6 ÷ 0.9
- Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTI) N/mm<sup>2</sup>: □45

I valori di resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" ricavati da provini confezionati mediante il sistema Marshall (CNR 30/73) devono essere compresi nei seguenti limiti:

Temperatura di prova (°C)	10 °C	25 °C	40 °C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	1.5 ÷ 2.6	0.7 ÷ 1.1	0.3 ÷ 0.7
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	≥160	≥70	≥40

Per tutte le miscele il parametro J1 a 10 °C deve essere compreso tra 25 e 45 cm<sup>2</sup> (daN.s) mentre lo Jp a 40 °C (CNR 106/85) deve essere compreso tra 15x10<sup>6</sup> e 30x 10<sup>6</sup> cm<sup>2</sup>/(daN.s).

Tali valori andranno determinati su provini ricavati da carote prelevate in sito o su campioni in Laboratorio.

***Conglomerato bituminoso speciale confezionato a caldo in impianto con bitumi a modifica di tipo "HARD"***

#### Descrizione

Prescrizioni riportate nell'art. 3.22.3.2.1 eccetto l'impiego di legante modificato che deve far riferimento agli articoli 3.22.1.3 tab. 3.22.1.3.1; non è previsto l'impiego di attivanti chimici funzionali.

#### Materiali inerti

Prescrizioni di riferimento riportate nell'art. 3.22.3.2.2 eccetto l'impiego delle percentuali massime in peso di materiale fresato definito di "integrazione" riferite al totale della miscela degli inerti che devono essere le seguenti:

- Per il conglomerato di base :  $\square 20\%$
- Per il conglomerato di collegamento :  $\square 15\%$
- Per il conglomerato di usura :  $\square 10\%$

Inoltre ci si dovrà attenere alle seguenti prescrizioni per i conglomerati bituminosi di base e collegamento.

#### Strato di base

Nella miscela di questo strato è prescritto l'uso di aggregati grossi di frantumazione per almeno il 60% in peso.

L'aggregato fino della miscela deve essere costituito da sabbie di frantumazione e da sabbie naturali di fiume.

La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione deve essere per almeno il 30% della miscela delle sabbie.

La perdita in peso alla prova Los Angeles per l'aggregato grosso eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2/2008) deve essere  $\square 30\%$  in peso.

L'equivalente in sabbia per l'aggregato fine determinato sulle singole pezzature (UNI EN 933-9/2000) deve essere  $\square 60\%$ .

#### Strato di collegamento

Nella miscela di questo strato è prescritto l'uso di aggregati provenienti da graniglie ricavate dalla frantumazione delle ghiaie, sabbie naturali di fiume o di frantumazione.

La perdita in peso alla prova Los Angeles per l'aggregato grosso eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2/2008) deve essere  $\square 25\%$ .

L'indice dei vuoti dell'aggregato grosso sulle singole pezzature deve essere  $< 0,80$ .

Il Coefficiente di imbibizione per l'aggregato grosso (CNR fascicolo IV/1953) deve essere  $\square 0,015$ .

L'equivalente in sabbia per l'aggregato fine determinato sulle singole pezzature (UNI EN 933-9/2000) deve essere  $\square 60\%$ .

#### Legante

Il bitume deve essere costituito da quello descritto in art. 36.1.3 tab. 36.1.3.1 (Modifica "Hard") e da quello proveniente dal materiale fresato.

#### Miscela

La miscela di inerti freschi aggiunti a quelli riciclati deve essere tale da avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

Strato di base

Granulometria: continua ed uniforme compresa nel fuso seguente

Setacci ASTM	Passante % totale in peso
1 1/2"	100
1 1/4"	88-100
1"	80-92
3/4"	67-80
1/2"	55-68
3/8"	48-60
1/4"	39-51
N.4	34-45
N.10	20-30
N. 40	8-15
N. 80	4-9
N. 200	3-5

Apertura vagli (mm)	fuso	
	Pp (%)	Pp (%)
40	100	100
31,5	100	88
20	81	69
16	75	61
14	71	58
12,5	68	55
10	61	50
8	57	45
6,3	51	39
4	42	30
2	30	20
1	23	14
0,5	17	10
0,25	11	5
0,125	7	3
0,063	5	3

Bitume  $\geq 3,5\%$  e  $\leq 5\%$  rispetto al peso totale degli aggregati

Strato di collegamento

Granulometria: continua ed uniforme compresa nel fuso seguente

Setacci ASTM	Passante % totale in peso
1"	100
3/4"	82-100
1/2"	65-80
3/8"	55-70
1/4"	45-59
N.4	39-52
N.10	25-35
N. 40	9-16
N. 80	5-10
N. 200	4-6

Apertura vagli (mm)	fuso	
	Pp (%)	Pp (%)
31,5	100	100
20	100	82
16	93	75
14	85	68
12,5	80	65
10	72	56
8	65	50
6,3	59	45
4	48	36
2	35	25
1	26	17
0,5	18	11
0,25	12	6
0,125	8	4
0,063	6	4

Bitume  $\geq 4,0\%$  e  $\leq 5,5\%$  rispetto al peso totale degli aggregati

Strato di usura

La miscela di inerti freschi aggiunti a quelli riciclati deve essere tale da avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato

## USURA A

Vagli ASTM	fuso	
	Pp (%)	Pp (%)
19,1	100	100
12,7	98	88
9,52	92	74
4,76	59	43
2	38	25
0,4	20	11
0,18	15	8
0,075	10	6

Apertura vagli (mm)	fuso	
	Pp (%)	Pp (%)
20	100	100
16	99	95
14	99	91
12,5	98	88
10	93	75
8	83	66
6,3	73	54
4	54	37
2	38	25
1	29	18
0,5	22	12
0,25	16	9
0,125	13	7
0,063	10	6

## USURA B

	fuso	
	Pp (%)	Pp (%)
19,1	100	100
12,7	100	100
9,52	92	74
4,76	63	43
2	38	25
0,4	20	11
0,18	15	8
0,075	10	6

Apertura vagli (mm)	fuso	
	Pp (%)	Pp (%)
20	100	100
16	100	100
14	100	100
12,5	100	100
10	93	75
8	83	66
6,3	73	54
4	57	37
2	38	25
1	29	18
0,5	22	12
0,25	16	9
0,125	13	7
0,063	10	6

mentre le percentuali totali di legante finale devono essere comprese nei seguenti limiti: 5,0%÷6,0%.

Fibre minerali

Mediante idonee apparecchiature le miscele di collegamento e di usura devono essere additivate con fibre di natura minerale (art. 36.1.5 tab. 36.1.5.1) in percentuale variabili tra lo 0,25% ÷ 0,40% in peso riferito agli inerti.

## Miscela di base

- Stabilità Marshall (CNR 30/73- UNI EN 12697-34/2007) :  $\square$ 900 daN
- Modulo di rigidezza :  $\geq$ 300 daN/mm
- Vuoti residui Marshall (CNR 30/73- UNI EN 12697-8/2003):  $\geq$ 3% e  $\leq$ 6%

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (UNI EN 12697-31/2007).

- Angolo di rotazione :  $1.25^{\circ} \pm 0.02^{\circ}$
- Velocità di rotazione : 30 rotazione al minuto
- Pressione verticale, KPa: 600
- Dimensione provino, mm : 150

## REQUISITI DI IDONEITÀ

- a 10 rotazioni: % vuoti 14÷18
- a 100 rotazioni: % vuoti 6.5÷9.5
- a 180 rotazioni: %vuoti 4.5÷7.5

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C secondo UNI EN 12697-23/2006.

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (Rt) MPa : 0.5 ÷ 0.9
- Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTI) N/mm<sup>2</sup>: □45

Miscela di collegamento (binder)

- Stabilità Marshall (CNR 30/73- UNI EN 12697-34/2007) : □1100 daN
- Modulo di rigidezza : >=300 daN/mm
- Vuoti residui Marshall (CNR 39/73- UNI EN 12697-8/2003): >=3% e <=5%

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (UNI EN 12697-31/2007).

- Angolo di rotazione : 1.25°±0.02°
- Velocità di rotazione : 30 rotazione al minuto
- Pressione verticale, KPa: 600
- Dimensione provino, mm : 150

REQUISITI DI IDONEITÀ

- a 10 rotazioni: % vuoti 14÷18
- a 100 rotazioni: % vuoti 6.5÷9.5
- a 180 rotazioni: %vuoti 4.5÷7.5

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C secondo UNI EN 12697-23/2006.

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (Rt) MPa : 0.5 ÷ 0.9
- Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTI) MPa: □40

Miscela di usura

- Stabilità Marshall (CNR 30/73- UNI EN 12697-34/2007) : □1100÷1500 daN
- Modulo di rigidezza : 300÷450 daN/mm
- Vuoti residui Marshall (CNR 39/73 UNI EN 12697-8/2003): 4÷6 (in volume)

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (UNI EN 12697-31/2007).

- Angolo di rotazione : 1.25°±0.02°
- Velocità di rotazione : 30 rotazione al minuto
- Pressione verticale, KPa: 600
- Dimensione provino, mm : 100/150

REQUISITI DI IDONEITÀ

- a 10 rotazioni: % vuoti 14÷18
- a 100 rotazioni: % vuoti 6.5÷9.5
- a 200 rotazioni: %vuoti 4.5÷7.5

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C secondo UNI EN 12697-23/2006.

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (Rt) N/mm<sup>2</sup> : 0.6 ÷ 0.9
- Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTI) N/mm<sup>2</sup>: □50

**Controllo dei requisiti di accettazione dei conglomerati bituminosi confezionati con legante di tipo "SOFT" ed "HARD"**

Si fa riferimento ai seguenti articoli: 3.22.3.1.4.1, 3.22.3.1.4.2, 3.22.3.1.4.3, 3.22.3.1.5, 3.22.3.1.6, 3.22.3.1.7.1, 3.22.3.1.7.2, 3.22.3.1.7.3, 3.22.3.1.8.1, 3.22.3.1.8.2, 3.22.3.1.8.3, 3.22.3.1.8.4, 3.22.3.1.8.5, 3.22.3.1.8.6, 3.22.3.1.8.7, 3.22.3.1.8.8. Per ciò che concerne la posa in opera delle miscele, delle caratteristiche superficiali della pavimentazione, di portanza e l'applicazione delle penalità vale quanto prescritto nell'art. 3.22.8.

**Conglomerato bituminoso drenante - fonoassorbente per strati di usura**

Il conglomerato bituminoso per usura drenante e fonoassorbente è costituito da una miscela di pietrischetti frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con bitume modificato. Questo conglomerato deve essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale in tutte le pavimentazioni e soprattutto nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento (zone di transizione rettilo-clotoide, rettilo-curva);
- abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fono-assorbenza). Viene steso di norma a spessori di 4 cm costipati salvo diversa richiesta del progetto.

**Aggregati**

Gli aggregati devono rispondere ai requisiti elencati all'art. 36.3.1.4.3, 36.3.1.5, 36.3.1.6 con le seguenti precisazioni:

per l'aggregato grosso

Devono essere impiegate esclusivamente graniglie ricavate dalla frantumazione delle ghiaie.

Il coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.) deve essere  $\geq 0,45$  (UNI EN 1097-8/2001).

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2/2008) deve essere  $< 20\%$ .

L'indice dei vuoti delle singole pezzature deve essere  $< 0,85$ .

Il coefficiente di imbibizione, secondo le Norme B.U. CNR fascicolo IV/1953 deve essere  $\leq 0,015$ .

per l'aggregato fine

L'aggregato fino di tutte le miscele deve essere costituito da sabbie di frantumazione e da sabbie naturali di fiume. Le sabbie ricavate per frantumazione devono essere  $\geq 80\%$  della miscela.

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature (UNI EN 933-9/2000) deve essere  $\geq 80\%$ .

**Miscela**

Granulometria: continua ed uniforme compresa nel fuso seguente.

Crivelli e Setacci UNI	(Passanti %)
Crivello 20	100
Crivello 15	90-100
Crivello 10	35-50
Crivello 5	10-25
Setaccio 2	0-12
Setaccio 0,4	0-10
Setaccio 0,18	0-8
Setaccio 0,075	0-6

Apertura vagli (mm)	fuso	
	Pp (%)	Pp (%)
20	100	100
16	99	85
14	98	72
12,5	95	60
10	62	48
8	50	38
6,3	38	25
4	22	9
2	12	0
1	10	0
0,5	10	0
0,25	9	0
0,125	7	0
0,063	6	0

In zone autostradali in cui si vuole ulteriormente favorire l'aderenza e la fono-assorbenza della pavimentazione può essere consentito l'uso di un 10% in peso di argilla espansa di tipo "strutturale" di pezzatura 6/15 mm rispondente alle seguenti caratteristiche:

Resistenza allo schiacciamento:  $\square 35 \text{ daN/cm}^2$  (UNI 7549 p. 7a)

C.L.A. :  $\square 0,65$  (UNI EN 1097-8/2001)

La Direzione Lavori al fine di verificare l'elevata fono-assorbenza, si riserva la facoltà di controllare la miscela applicando il metodo ad onde stazionarie con l'attrezzatura standard definita "tubo di Kündt" su carote prelevate in sito delle dimensioni di  $100 \text{ mm}^2$ .

Le carote devono essere prelevate dopo il 15 d della stesa del conglomerato. In questo caso il coefficiente di fono-assorbenza (b) in condizioni di incidenza normale deve essere:

Frequenza (Hz)	Coefficiente di fono-assorbenza ( $\beta$ )
400 - 630	$\beta \geq 0,15$
800 - 1600	$\beta \geq 0,30$
2000 - 2500	$\beta \geq 0,30$

Il controllo potrà essere fatto anche mediante rilievi effettuati in sito con il metodo dell'impulso riflesso, eseguito mediante il veicolo RIMA sempre dopo il 15 d dalla stesa del conglomerato. In questo caso con una incidenza radente di  $30^\circ$  i valori di (b) devono essere:

Frequenza (Hz)	Coefficiente di fono-assorbenza ( $\beta$ )
400 - 630	$\beta \geq 0,25$
800 - 1250	$\beta \geq 0,45$
1600 - 2500	$\beta \geq 0,55$

Le caratteristiche prestazionali del bitume a modifica "Hard" dovranno essere le seguenti:

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione @ 25 °C	0,1 mm	EN 1426/2007; CNR24/71	50-70
Punto di rammollimento	°C	EN 1427/2007 CNR35/73	≥70
Punto di rottura (Fraass), max	°C	EN 12593/2007 ;CNR43/74	≤-15
Viscosità dinamica @160 °C, $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$ , max	Pa*s	UNI EN13702-1/2004	≤0,8
Ritorno elastico @25 °C, 50mm/min	%	UNI EN 13398/2004	≥80
Stabilità allo stoccaggio, 3 d, @180 °C $\Delta$ Punto di rammollimento, max	°C	UNI EN 13399/2004	≤3
Valori dopo RTFOT (***)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) @163 °C, max, ±	%	UNI EN 12607-1/2007	≤0,8
Penetrazione residua @ 25 °C , max	0,1 mm	EN 1426/2007; CNR24/71	≥40
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427/2007; CNR35/73	≤5

(\*\*\*) Rolling Thin Film Oven Test

Il tenore di bitume deve essere  $\geq 4,5\%$  e  $\leq 5,5\%$  riferito al peso totale degli aggregati.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (UNI EN 12697-31/2007).

- Angolo di rotazione :  $1.25 \pm 0.02^\circ$
- Velocità di rotazione : 30 rotazione al minuto
- Pressione verticale, KPa: 600
- Dimensione provino, mm : 100/150

#### REQUISITI DI IDONEITÀ

- a 10 rotazioni: % vuoti  $8 \div 12$
- a 40 rotazioni: % vuoti  $4 \div 8$
- a 160 rotazioni: %vuoti  $2 \div 5$

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C secondo UNI EN 12697-23/2006.

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (Rt) N/mm<sup>2</sup> :  $0.12 \div 0.2$
- Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTI) N/mm<sup>2</sup>:  $\square 10$

Si potrà anche procedere con il metodo Marshall:

Il valore della stabilità Marshall, prova (CNR n. 30 del 15.3.73- UNI EN 12697-34/2007) eseguita a 60 °C su provini costipati con 50 colpi di maglio per faccia, alla temperatura di 140 °C, deve risultare  $\square 600$  daN.

Il valore della modulo di rigidezza Marshall, deve essere  $\square 200$  daN/mm. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui  $\square \square 20\%$  e  $\leq 26\%$  (CNR B.U. n. 39 del 23.03.73- UNI EN 12697-8/2003).

Il peso di volume deve essere calcolato tenendo conto del volume geometrico del provino.

L'altezza dei provini deve essere misurata su quattro punti diametralmente opposti con la precisione di un millimetro, come distanza tra punti posti sulle rette diametrali individuate su ciascuna superficie di base. La media di tali misure darà il valore dell'altezza.

I provini per le misure di stabilità e rigidità e per la determinazione della percentuale dei vuoti residui devono essere confezionati presso l'impianto di produzione con le stesse modalità richieste all'art. 3.22.3.1.8.4.

I valori della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" (vedi norma interna della Società) devono essere compresi nei seguenti limiti:

Temperatura di prova (°C)	10 °C	25 °C	40 °C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	0.7 ÷ 1.0	0.25 ÷ 0.4	0.1 ÷ 0.2
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	≥70	≥30	≥15

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 d deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR 121/87- UNI EN 12697-34/2007).

#### Fibre di additivazione

Mediante idonee apparecchiature la miscela degli inerti deve essere additivata con fibre in percentuale variabile tra lo 0,25% - 0,40% in peso (3.22.1.5.1).

#### Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate all'articolo 36.3.1.8.5 riguardanti la miscela di usura.

In aggiunta si prescrive quanto segue:

La prova di Creep non deve essere eseguita.

La capacità drenante in sito della pavimentazione drenante deve essere eseguita ogni 250 m sfalsando di volta in volta la corsia.

Le misure vanno svolte con permeametro a colonna d'acqua (vedi punto 36.3.5.3.2). La misura potrà essere fatta con apparecchi ad Alto Rendimento il cui valore andrà riportato a quelli relativi con il permeabilmetro.

#### Formazione e confezione delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (Art. 36.3.1.8.6, 36.3.1.8.7).

#### Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (art. 36.3.1.8.8) ad eccezione della compattazione della pavimentazione drenante che deve essere eseguita mediante rullo statico metallico del peso di □15 t.

Al termine della compattazione lo strato di usura drenante deve avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 96% di quella Marshall (DN) rilevata all'impianto o alla stesa; tale valutazione deve essere eseguita sulla produzione giornaliera secondo norme (CNR B.U. n. 40 del 30.3.73) e deve essere determinata su carote di 200 mm di diametro. Il coefficiente di permeabilità a carico costante (kV in cm/s) determinato in Laboratorio su carote del diametro 200 mm prelevate in sito deve essere □15x10<sup>2</sup> cm/s (media aritmetica su tre determinazioni).

La capacità drenante media eseguita in sito e misurata con permeabilmetro a colonna d'acqua di mm 250 su un'area di 154 cm<sup>2</sup> e uno spessore di pavimentazione tra 4 e 5 cm deve essere □18 dm<sup>3</sup>/min.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Il piano di posa deve risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale prima di provvedere alla stesa di una uniforme mano di attacco (Art. 36.1.3, tab. 36.1.3.1) nella quantità compresa tra 0,600 e 2,0 Kg/m<sup>2</sup> (secondo le indicazioni della Direzione Lavori) ed il successivo eventuale spargimento di uno strato di sabbia o graniglia prebitumata; potrà essere anche richiesta la preventiva stesa di un tappeto sottile di risagomatura ed impermeabilizzazione del supporto, per consentire il perfetto smaltimento delle acque. La Direzione Lavori indicherà di volta in volta la composizione di queste miscele fini. Deve altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

#### Penali

Per le misure drenanti la prestazione risulta legata alle loro specifiche caratteristiche.

Si avrà quindi una riduzione del 10% (dieci per cento) dei prezzi comprensivi di mano d'attacco se non si raggiungerà il valore di capacità drenante di 18 dm<sup>3</sup>/min.

Si avrà una penalità del 2% (due per cento) per ogni valore di B non raggiunto.

La penale complessiva potrà quindi raggiungere il 16% sempre del prezzo comprensivo di mano d'attacco collegandole con opportuni sistemi di scarico e/o dispersione trasversale.

#### ***Conglomerati bituminosi con inerti di argilla espansa***

I conglomerati bituminosi confezionati con inerti di argilla espansa devono essere impiegati prevalentemente in quelle zone ove è richiesta una elevata aderenza ed una media fono-assorbente.

#### Aggregati

Valgono le stesse prescrizioni indicate all'art. 36.2.1.4.3, 36.2.1.5 e 36.2.1.6 per i conglomerati tradizionali oltre che ai seguenti requisiti indicati per l'argilla espansa del tipo "resistente":

- resistenza del granulo allo schiacciamento  $\square 27$  daN/cm<sup>2</sup> (vedi Norma UNI 7549 Parte 4a e 7a);
- coefficiente di levigatezza accelerata C.L.A. (CNR B.U. n. 140 del 15.10.1992)  $\square 0,65$ .

Inoltre l'argilla espansa, in cantiere, deve essere convenientemente protetta dalla pioggia con teli di plastica o ammannita al coperto.

Comunque l'umidità residua prima della sua immissione nel tamburo essiccatore non deve essere superiore al 5% in peso; in caso diverso l'Impresa deve provvedere ad una preventiva essiccazione per rientrare nel limite indicato.

#### Confezione delle miscele

La miscela degli aggregati deve avere una composizione granulometrica compresa nel seguente fuso:

Crivelli e Setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 15	100
“ 10	70-90
“ 5	40-60
Setaccio 2	25-38
“ 0,4	11-20
“ 0,18	8-15
“ 0,075	6-10

Il tenore di bitume (Art. 36.1.1.1, tab. 36.1.1.1) riferito al peso totale degli aggregati deve essere compreso tra il 5,5% ed il 7,0%; la percentuale di argilla espansa deve essere compresa tra il 10% ed il 15% in peso - pezzatura 5/10 mm.

Dalla granulometria eseguita sulla pezzatura 5/10 mm. la percentuale di trattenuto al crivello UNI 10 mm deve essere inferiore od uguale al 10% in peso; inoltre la percentuale di passante al crivello UNI 5 mm e trattenuta al setaccio UNI 2 mm deve essere inferiore od uguale al 15% in peso.

#### Requisiti di accettazione

Il conglomerato così composto deve rispondere ai requisiti richiesti ai punti 36.2.1.8.5, 36.2.1.8.6.

Inoltre deve possedere: resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque eventuale assestamento del sottofondo.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B).

#### CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione :  $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$

Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto

Pressione verticale, KPa : 600

Dimensioni provino, mm : 150

#### REQUISITI DI IDONEITÀ

a 10 rotazioni: % vuoti:  $10 \div 14$

a 130 rotazioni: % vuoti:  $6 \div 5$  (DG = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)

a 220 rotazioni: % vuoti:  $\square 4$

In alternativa (nel periodo di cambiamento attrezzature) potrà essere usato il metodo Marshall; il valore della stabilità Marshall (CNR 30/73) eseguita a 60 °C su provini costipati con le modalità descritte al punto 36.2.1.8.4 alla temperatura descritta al punto 3.3 della norma CNR 30/73 con 75 colpi di maglio per faccia deve essere  $\square 1100$  daN.

Inoltre si prescrivono le seguenti condizioni:

- il modulo di rigidezza deve essere  $\square 300$  daN/mm;
- la percentuale dei vuoti intergranulare dei provini Marshall sempre nelle condizioni di impiego prescelte deve essere compresa fra 4% e 8% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

#### Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (art. 36.2.1.8.8).

Inoltre la capacità fonoassorbente deve essere tale da consentire un abbattimento del rumore di almeno 3 dB (tre decibel) rispetto ad un tappeto tradizionale. Le misure andranno effettuate con apparecchiatura R.I.M.A.

#### *Microtappeti a caldo*

Sono miscele dotate di elevata rugosità parzialmente drenanti e fonoassorbenti.

#### Descrizione

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastati a caldo con legante modificato di cui all'art. 36.1.3, tab. 36.1.3.1.2.7. Il conglomerato per microtappeti è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato a caldo.

Deve essere applicato solo su supporti con buon profilo longitudinale e trasversale.

In caso di pavimentazioni interessate da ormaie superiori ad 1 cm od in presenza di avvallamenti, depressioni od altre deformazioni, occorre prevedere una riprofilatura del supporto mediante idonea miscela.

#### Materiali inerti

Gli inerti devono essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei (CNR fasc. IV/1953).

Gli elementi litoidi non devono mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La porosità deve essere  $\leq 1,5\%$  (CNR B.U. n. 65 del 18.05.1978).

La quantità di frantumato deve essere del 100%.

Il coefficiente di imbibizione, secondo le Norme B.U. CNR fasc. IV/1953 deve essere  $\leq 0,015$ .

I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" (CNR 95/84) devono essere  $\leq 3$  e  $\leq 1,58$  (CNR B.U. n. 95 del 31.01.1984).

Il coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.) deve essere  $\leq 0,47$  (CNR B.U. n. 140 del 15.10.1992).

La sensibilità al gelo deve essere  $\leq 15\%$  (CNR B.U. n. 80 del 15.11.1980).

Lo spogliamento in acqua a 40 °C (con eventuale impiego di dopés di adesione) deve essere 0% (CNR B.U. n. 138/92).

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (CNR B.U. n. 34 del 28.3.1973) deve essere inferiore od uguale al 20%.

L'uso di altri materiali lapidei porosi naturali, artificiali o sintetici, argilla espansa strutturale, loppe e scorie siderurgiche, scorie modificate di forno elettrico, etc., devono sempre essere autorizzate dalla Direzione Lavori, sentito il parere del Laboratori della Società, sulla base di preventiva presentazione alla stessa, da parte della Impresa, di uno studio della miscela.

In linea di massima si devono riscontrare caratteristiche iniziali (CLA, HS, CAT) analoghe a quelle dei materiali basaltici, che però abbiano decadimenti nel tempo meno accentuati quindi il risultato finale deve essere valutato con l'impiego di apparecchiature ad alto rendimento ad almeno 2 anni dalla stesa (valori almeno del 10% superiori a quelli tutto basalto) oppure con test accelerati tipo Abrasimetro Rotazionale a norma DIN di resistenza all'attrito radente.

In particolare le scorie modificate da forno elettrico (cromiti) saranno rispondenti ai requisiti del art. 36.4.5 ad eccezione della prova Los Angeles la quale andrà eseguita sulla pezzatura 5/10 mediante prova "C".

#### Aggregato fino

L'aggregato fino di tutte le miscele deve essere costituito da sabbie di frantumazione e da sabbie naturali di fiume.

La percentuale delle sabbie proveniente da frantumazione deve essere uguale o superiore al 85% della miscela.

La sommatoria delle percentuali di trattenuto in peso fino al setaccio UNI 2 mm (compreso), provenienti dalle sabbie utilizzate per la composizione granulometriche finale, devono essere inferiori od uguali al 5% in peso quando le sabbie provengono da rocce aventi un C.L.A.  $\leq 0,45$ .

La Direzione Lavori, sentito il parere del Laboratorio potrà autorizzare l'uso di sabbie, artificiali e sintetiche dopo preventivo studio di progetto presentato dall'Impresa.

L'equivalente in sabbia sulla miscela delle sabbie o sulla singola sabbia secondo la prova (CNR B.U. n. 27 del 30.3.1972) deve essere  $\leq 80\%$ .

È facoltà della Direzione Lavori non accettare materiali che in precedenti esperienze hanno provocato inconvenienti nel conglomerato finito (rapidi decadimenti di C.A.T., scadente

omogeneità dell'impasto per loro insufficiente affinità con bitume ed altro) anche se rispondenti ai requisiti di accettazione.

#### Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti devono soddisfare ai seguenti requisiti alla prova CNR B.U. n. 75 del 08.04.1980 e devono risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

Setaccio UNI 0,40 - Passante in peso per via umida 100%

Setaccio UNI 0,18 - Passante in peso per via umida 90%

Setaccio UNI 0,075 - Passante in peso per via umida 80%.

Della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio 0,075 mm più del 50% deve passare allo stesso setaccio anche a secco.

Il potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5 il DPA deve essere  $\leq 5$  °C (CNR 122/88). L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR - UNI 10014).

#### Miscele

Lo spessore finale del microtappeto deve essere compreso tra 1 e 2 cm.

Le granulometrie degli inerti da utilizzare sono in funzione dello spessore dell'intervento come di seguito riportato:

SPESSORE 1 cm

Granulometria 0/6 mm

SPESSORE 1,5 cm

Granulometria 0/10 mm

SPESSORE 2 cm

Granulometria 0/12 mm

Le miscele devono avere una composizione granulometrica compresa nel fuso di seguito elencato e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti indicata al punto 36.2.9.7.

#### Granulometria

Serie crivelli e setacci UNI	% Passante totale in peso
crivello 15	100,00
“ 10	90 -100
“ 5	20 -30
” 2	15 -25
” 0,4	8 -16
setaccio 0,18	6 -12
” 0,075	5 -10

#### Bitume

Bitume 5,0% - 6,0% del tipo riportato all'art. 36.1.3, tab. 36.1.3.1.2.7.

### Fibre minerali

Mediante idonee apparecchiature la miscela degli inerti deve essere additivata con fibre minerali (art. 36.1.5, tab. 36.1.5.1) in percentuale variabile tra lo 0,25% - 0,40% in peso.

### Mano di attacco

La mano di attacco da utilizzare potrà essere costituita da legante del tipo descritto nell'art. 36.1.3, tab. 36.1.3.1 ed andrà applicata su un piano di posa perfettamente pulito ed asciutto privo della segnaletica orizzontale, nella quantità compresa tra 0,6 ed 1,0 daN/m<sup>2</sup>.

La Direzione Lavori potrà approvare un successivo eventuale spargimento di uno strato di sabbia, o graniglia, cemento o calce idrata sulla superficie della mano d'attacco per consentire il transito dei mezzi di stesa.

### Requisiti di accettazione

La miscela deve avere resistenza meccanica e rugosità superficiale elevata.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B).

#### CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione : 1.25° ± 0.02°

Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto

Pressione verticale, KPa: 600

Dimensioni provino, mm : 150

#### REQUISITI DI IDONEITÀ

a 10 rotazioni : % vuoti: 18÷22

a 50 rotazioni : % vuoti: 10 ÷ 14 (DG = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)

a 130 rotazioni : % vuoti: □8

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) Norma interna della Società. I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti per miscela di base e di collegamento:

Resistenza a Trazione indiretta a 25 °C (Rt) N/mm<sup>2</sup> : 0.3 ÷ 0.5

Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTI) N/mm<sup>2</sup>: □25

In alternativa si potrà usare la metodologia Marshall.

Il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60 °C su provini con 50 colpi di maglio per ogni faccia, deve risultare in tutti i casi di almeno 600 daN; inoltre il valore della modulo di rigidezza Marshall deve essere in ogni caso compreso tra 150 e 300 daN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 10% ed il 14% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

I valori della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura Brasiliana, Norma interna della Società, devono rientrare nei seguenti limiti:

Temperature di prove:	10 °C	25 °C	40 °C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	1,10 -1,5	0,45 - 0,70	0,20 - 0,30
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	≥100	≥45	≥25

Le prove Marshall e Brasiliana eseguite su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata di 7 d a 25 °C devono dare un valore di stabilità e resistenza a trazione indiretta non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR B.U. n. 121 del 24.08.1987).

I provini per le misure Marshall e Brasiliana devono essere confezionati alla temperatura di 140 °C presso l'impianto di produzione con le stesse modalità richieste all'art. 36.3.1.8.4 ed immediatamente costipati senza ulteriore riscaldamento. Le misure di aderenza (C.A.T.) e di tessitura (HS) misurate tra il 15° e 180° giorno dall'apertura del traffico valgono le prescrizioni riportate nell'art. 36.8.

La capacità drenante media eseguita in sito e misurata con permeabilmetro a colonna d'acqua di altezza 250 mm e superficie di 154 cm<sup>2</sup> ed uno spessore della pavimentazione compreso tra 1 e 2 cm deve essere uguale o maggiore a 5 dm<sup>3</sup>/min.

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori ed al Laboratori della Società per il controllo della idoneità, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettata dalla Direzione Lavori la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa deve attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di  $\pm 3$ ; per il contenuto di sabbia (CNR B.U. n. 95 del 31.01.1984)  $\pm 2$  (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm); per il passante al setaccio UNI 0,075  $\pm 1,5$ . Per la percentuale di bitume non deve essere tollerato uno scostamento da quella di progetto di  $\pm 0,25$ .

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

In ogni cantiere di lavoro deve essere installato e condotto a cura e spese dell'Impresa, un Laboratorio opportunamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione.

Devono essere effettuati almeno con frequenze giornaliere:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore;
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito (peso di volume e percentuale di vuoti ecc.);
- la verifica delle caratteristiche Marshall e di quelle derivanti dalla Prova Brasiliana del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. CNR n. 40 del 30.3.1973), percentuale dei vuoti (B.U. CNR n. 39 del 23.3.1973), stabilità e rigidità Marshall, resistenza a trazione indiretta e C.T.I.

Inoltre con verifica settimanale devono essere controllate le caratteristiche di idoneità della miscela prodotta mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4) con prelievi eseguiti in impianto od alla stesa (Valori medi di tre provini).

I provini eseguiti mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) (Norma interna della Società).

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume modificato deve essere fatta almeno una volta a settimana con prelievi a norma CNR sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto;

all'atto del prelievo sul campione verranno riportati su apposita modulistica i dati relativi alla natura del materiale.

In cantiere deve essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa deve giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

Formazione e confezione delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni del art. 36.3.1.8.6.

Posa in opera

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto livellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della strisciata già realizzata deve essere spalmata con emulsione bituminosa acida al 55% in peso (art. 36.1.3, tab. 36.1.3.1) per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140 °C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli a ruote metalliche di peso massimo 10 t e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili; al termine della compattazione lo strato deve avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall (DM) dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

Nel caso in cui la metodologia di controllo sia stata quella con la Pressa Giratoria, e in mancanza dei dati di controllo di cantiere o nei casi controversi, la densità di riferimento sarà quella di progetto.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; deve essere tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art. 3.22.8.

#### ***Conglomerato bituminoso per strati di collegamento e di usura di ponti e viadotti***

La pavimentazione da impiegare prevalentemente sugli impalcati di ponti e viadotti è costituita da uno strato di binder coperto con un'usura di tipo A. Il conglomerato per ambedue gli strati deve essere costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie, additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme CNR sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), mescolati al bitume modificato con polietilene a bassa densità "LDPE" (art. 3.22.1.3, tab. 3.22.1.3.3). In alternativa all'usura di tipo A se prevista in progetto, si potranno usare drenanti (art. 3.22.2.5).

#### **Materiali inerti**

Per gli inerti valgono le stesse prescrizioni degli articoli: 3.22.2.1.3, 3.22.2.1.4.2, 3.22.2.1.4.3, 3.22.2.1.5, 3.22.2.1.6.

#### **Legante**

Il legante deve essere un bitume modificato (Art. 3.22.1.3 tab. 3.22.1.3.3).

#### **Miscela**

##### **Strato di usura**

Devono essere progettate e realizzate curve granulometriche, utilizzando il fuso "A" riportato al punto 3.22.2.1.7.3. Inoltre in deroga a quanto descritto al punto 3.22.2.1.5 la percentuale della sabbia proveniente da frantumazione, rispetto a quella naturale di fiume, non deve mai essere inferiore a 90% della miscela delle due sabbie.

Il tenore di legante deve essere compreso tra il 5,5 ed il 6,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato deve avere i seguenti requisiti:

- elevatissima resistenza meccanica e cioè capacità a sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli; il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n.30 del 15.3.1973) eseguita a 60° su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, deve risultare in tutti i casi di almeno 1100 daN; inoltre il valore del modulo di rigidità Marshall deve essere compreso tra 300 e 450 daN/mm.

In deroga al (CNR B U n. 30 del 15.3.1973) la temperatura di compattazione per i conglomerati modificati deve essere di 160 °C anziché 140 °C come richiesto per i conglomerati tradizionali.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residua compresa tra il 3% ed il 5% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

La prova Marshall eseguita su provini confezionati con il legante modificato che abbiano subito un periodo di immersione in acqua demineralizzata per 15 d, deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B).

#### CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione :  $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$

Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto

Pressione verticale, KPa: 600

Dimensioni provino, mm : 150

#### REQUISITI DI IDONEITÀ

a 10 rotazioni : % vuoti:  $10 \div 14$

a 130 rotazioni : % vuoti:  $3 \div 5$  (DG = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)

a 220 rotazioni : % vuoti:  $\square 2$

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a  $25^\circ\text{C}$  (Brasiliana) Norma interna della Società.

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Resistenza a Trazione indiretta a  $25^\circ\text{C}$  (Rt)  $\text{N/mm}^2$  :  $0.6 \div 0.9$

Coefficiente di Trazione indiretta a  $25^\circ\text{C}$  (CTi)  $\text{N/mm}^2$ :  $\square 50$

I valori della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" (Norma interna della Società) ricavati dalla prova Marshall devono essere compresi nei seguenti limiti:

Temperature di prove $^\circ\text{C}$	$10^\circ\text{C}$	$25^\circ\text{C}$	$40^\circ\text{C}$
Resistenza a trazione indiretta ( $\text{N/mm}^2$ )	1,5 - 2,5	0,7 - 1,0	0,3 - 0,6
Coefficiente di trazione indiretta ( $\text{N/mm}^2$ )	$\geq 160$	$\geq 70$	$\square \square 5$

#### Strato di collegamento (binder)

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento deve avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie di Crivelli e Setacci UNI Passanti %

Crivello 20	100
Crivello 15	65 - 85
Crivello 10	55 - 75
Crivello 5	35 - 55
Setaccio 2	25 - 38
Setaccio 0.4	10 - 20
Setaccio 0.18	5 - 15
Setaccio 0.075	4 - 8

Sia per le pavimentazioni sul corpo autostradale che per quelle su viadotti il tenore di bitume modificato con polimero (art. 36.1.3, tab. 36.1.3.3) deve essere compreso tra il 5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato bituminoso modificato destinato alla formazione dello strato di collegamento deve possedere i seguenti requisiti.

La stabilità Marshall eseguita a  $60^\circ$ , su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, deve risultare in ogni caso superiore a 1000 daN, il valore del modulo di rigidità Marshall deve essere compresa tra 300 e 450 daN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% e 5% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua demineralizzata per 15 d deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR B.U. 121/87).

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B).

#### CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione :  $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$

Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto

Pressione verticale, KPa: 600

Dimensioni provino, mm : 150

#### REQUISITI DI IDONEITÀ

a 10 rotazioni : % vuoti:  $10 \div 14$

a 100 rotazioni : % vuoti:  $3 \div 5$  (DG = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)

a 180 rotazioni : % vuoti:  $\square 2$

I provini derivanti dalla miscela ottimale, compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria", devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana) Norma interna della Società.

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Resistenza a Trazione indiretta a 25 °C (Rt) N/mm<sup>2</sup> :  $0.6 \div 0.9$

Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTI) N/mm<sup>2</sup>:  $\square 50$

I valori della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" (Norma interna della Società) ricavati dalla prova Marshall devono essere compresi nei seguenti limiti:

Temperature di prove °C	10 °C	25 °C	40 °C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	1,5 -2,5	0,7 - 1,0	0,3 - 0,6
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq 160$	$\geq 70$	$\geq 35$

Le miscele di usura e di collegamento confezionate con bitume polimerizzato devono essere controllate mediante la prova di deformabilità a carico costante "Creep" (CNR 106/85). Il parametro J1 a 10 °C deve essere compreso tra 20 e 40 cm<sup>2</sup>/(daN s) mentre lo Jp a 40 °C deve essere compreso tra  $14 \times 10^6$  e  $26 \times 10^6$  cm<sup>2</sup>/(daN.s). Tali valori andranno determinati su provini ricavati da carote prelevate in sito o su campioni compattati in Laboratorio.

#### Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate negli articoli 3.22.2.1.8.4, 3.22.2.1.8.5, 3.22.2.1.8.6.

#### Formazione e confezione degli impasti

La miscela bitume-polietilene deve essere effettuata direttamente presso il cantiere in apposita attrezzatura miscelatrice approvata dalla Direzione Lavori.

La miscelazione bitume polietilene ed altri additivi nelle proporzioni stabilite utilizzando dispositivi meccanici tipo "mulino colloidale" che permettano una omogeneizzazione mediante la combinazione di effetti meccanici e termici.

Utilizzando il mulino colloidale la miscela bitume-polietilene deve essere impiegata al termine della miscelazione e comunque non oltre le 6-8 h dal termine della sua preparazione.

#### Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli strati di usura e di collegamento di conglomerati bituminosi non modificati, salvo le seguenti modifiche: la temperatura del conglomerato bituminoso modificato con polimeri all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 160 °C.

La densità del conglomerato deve risultare maggiore od uguale al 98% di quella Marshall.

#### Altri requisiti

Per quanto non espressamente menzionato valgono le prescrizioni dei conglomerati bituminosi tradizionali (art 3.22.2).

#### Requisiti di idoneità

Per quanto riguarda le eventuali penalità da applicare si fa riferimento a quanto prescritto nell'art. 3.22.8.

### **3.22.4 Trattamenti superficiali d'irruvidimento**

#### ***Microtappeti a freddo (tipo macro seal)***

##### Descrizione

Il microtappeto a freddo è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita.

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con un bitume modificato ed emulsionato.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con una apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

##### Inerti

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, devono soddisfare particolari requisiti: pulizia, forma poliedrica, resistenza meccanica, all'abrasione e al levigamento.

Per l'aggregato grosso devono essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava, con perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (CNR B.U. n. 34/73), minore del 18% ; inoltre il coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. determinato su tali pezzature deve essere  $\square 0,46$  (CNR B.U. n. 140 del 15.10.1992), la porosità  $\square 1,5\%$  (CNR B.U. n. 65 del 18.05.1978), la quantità di frantumato deve essere 100%, il coefficiente di imbibizione  $\square 0,015$  (CNR Fasc. IV/1953), i coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (CNR B.U. n. 95 del 31.01.1984), la sensibilità al gelo  $\square 20\%$  (CNR B.U. n. 80 del 15.11.1980), lo spogliamento in acqua a 40 °C deve essere 0% (CNR 80/80).

L'aggregato fino deve essere composto da sabbie provenienti di frantumazione.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi da cui è ricavata per frantumazione la sabbia deve avere alla prova Los Angeles, (CNR B.U. n. 34/73 - Classe "C") eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate maggiore a 2 mm (maglia quadra) non deve superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengono da rocce aventi un valore di C.L.A.  $\square 0,43$ .

L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due deve essere  $\square 80\%$  (CNR B.U. n. 27/72).

### Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 32,5); gli additivi impiegati devono soddisfare i requisiti richiesti dall'art. 36.2.1.6.

### Miscele

Le miscele devono avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati in funzione dello spessore finale richiesto:

Spessore minimo	9 mm	6 mm	4 mm
Crivelli e Setacci UNI			
15 passante %	100	100,00	100
10 " "	85-100	100	100
5 " "	55-75	55-80	85-100
2 " "	36-55	30-55	58-83
0,4 " "	14-28	14-28	22-36
0,18 " "	8-19	8-19	11-22
0,075 " "	4-10	5-10	6-10

### Malta bituminosa

Il legante bituminoso deve essere costituito da un bitume modificato ed emulsionato al 60% a rottura controllata, modificata con elastomeri sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsione (art. 36.1.3, tab. 36.1.3.2).

Devono essere impiegati additivi chimici per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione.

Il loro dosaggio, ottimizzato con uno studio di Laboratorio, deve essere funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

### Composizione e dosaggi della miscela

La malta bituminosa deve avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo		9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio della malta	Kg/m <sup>2</sup>	13-20	8-14	6-10
Dimensione max inerti	Mm	10-12	7-9	5-6
Contenuto di bitume modificato residuo, % in peso sugli inerti	%	5,0-7,5	6,0-8,0	7-10

## Acqua

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo deve essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche.

## Confezionamento e posa in opera

Il confezionamento dell'impasto deve essere realizzato con apposita macchina impastatrice-stenditrice semovente costituita essenzialmente da:

- Serbatoio dell'emulsione bituminosa
- Tramoggia degli aggregati lapidei
- Tramoggia del filler
- Dosatore degli aggregati lapidei
- Nastro trasportatore
- Spruzzatore dell'emulsione bituminosa
- Spruzzatore dell'acqua
- Mescolatore
- Stenditore a carter

Le operazioni di produzione e stesa devono avvenire in modo continuo, connesso alla velocità di avanzamento della motrice, nelle seguenti fasi:

- ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore
- aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo
- miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità
- aggiunta dell'emulsione bituminosa
- miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto
- colamento dell'impasto nello stenditore a carter
- distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa e livellamento

Prima di iniziare la stesa del microtappeto si deve procedere ad una energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o con mezzi meccanici: tutti i detriti e le polveri devono essere allontanati.

In alcuni casi a giudizio della Direzione Lavori deve procedersi ad una omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

In particolari situazioni la Direzione Lavori potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del microtappeto a mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 daN di sabbia per metro quadrato di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati.

Al termine delle operazioni di stesa il microtappeto deve presentare un aspetto superficiale regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa venga leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura deve essere effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

La produzione o la posa in opera del microtappeto deve essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 5 °C ed in caso di pioggia.

### ***Microtappeti a freddo (tipo macro seal) fibrorinforzati***

#### Descrizione

Il microtappeto fibrorinforzato a freddo (art. 3.22.4.3.1) è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita additivata con fibre minerali (art.

3.22.1.5, tab. 3.22.1.5.2) da impiegare in zone soggette a forti sollecitazioni superficiali e trasversali (curve, salite, ecc.).

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con un bitume modificato ed emulsionato.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con una apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

Inerti

Valgono le prescrizioni art. 3.22.4.3.2.

Additivi

Valgono le prescrizioni art. 3.22.4.3.3.

Miscele

Valgono le prescrizioni art. 3.22.4.3.4.

Fibre minerali

Mediante idonea apparecchiatura la malta bituminosa deve essere additivata con fibre minerali (Art. 3.22.1.5, tab. 3.22.1.5.2) in percentuali in peso riferite agli inerti variabili tra lo 0,6% e 1,0%.

Malta bituminosa

Valgono le prescrizioni art. 36.4.3.5.

Composizione e dosaggi della miscela

La malta bituminosa deve avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo		9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio della malta	Kg/m <sup>2</sup>	13-20	8-14	6-10
Dimensione max inerti	Mm	10-12	7-9	5-6
Contenuto di bitume modificato residuo, % in peso sugli inerti	%	5,0-7,5	6,0-8,0	7,0-10,0
Dosaggio fibre minerali, riferite agli inerti	%	0,6-1,0	0,6-1,0	0,6-1,0

Acqua

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo deve essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche.

Confezionamento e posa in opera

Il confezionamento dell'impasto deve essere realizzato con apposita macchina impastatrice-stenditrice semovente costituita essenzialmente da:

- Serbatoio dell'emulsione bituminosa
- Tramoggia degli aggregati lapidei
- Tramoggia del filler
- Tramoggia delle fibre minerali
- Dosatore degli aggregati lapidei
- Nastro trasportatore
- Spruzzatore dell'emulsione bituminosa

- Spruzzatore dell'acqua
- Mescolatore
- Stenditore a carter

Le operazioni di produzione e stesa devono avvenire in modo continuo, connesso alla velocità di avanzamento della motrice, nelle seguenti fasi:

- ingresso della miscela di aggregati, fibre minerali e del filler nel mescolatore
- aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo
- miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità
- aggiunta dell'emulsione bituminosa
- miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto
- colamento dell'impasto nello stenditore a carter
- distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa e livellamento.

Prima di iniziare la stesa del microtappeto si deve procedere ad una energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o a mezzo di mezzi meccanici: tutti i detriti e le polveri devono essere allontanati.

In alcuni casi a giudizio della Direzione Lavori deve procedersi ad una omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa. In particolari situazioni la Direzione Lavori potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del microtappeto a mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 daN di sabbia per metro quadrato di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati.

Al termine delle operazioni di stesa il microtappeto deve presentare un aspetto superficiale regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa venga leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura deve essere effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

La produzione o la posa in opera del microtappeto deve essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 5 °C ed in caso di pioggia.

### **3.22.5 Controlli prestazionali e relative penali**

Per materiali di fondazione (non legati e legati) e per i bitumi se non c'è il raggiungimento delle prestazioni richieste, verranno applicate le penali definite negli specifici articoli e qui di seguito richiamate in modo sintetico. (L'omissione in questo articolo di alcune penali riportate in altre parti delle presenti Norme Tecniche non ne elimina la validità). Se sullo stesso manufatto si verifica la concomitanza di più penali per diversi motivi il massimo tetto, comunque non superabile, sarà del 50% (cinquanta per cento). In questi casi ci si riserva in alternativa la facoltà di rifacimento a cura e spese dell'Impresa.

	REQUISITI	ARTICOLI	PENALI
<b>Portanza:</b> Fondazione non legata (Modulo Elastico equivalente $E_0$ )	$E_0 \geq 250$ Mpa	Art. 33.4	-
<b>Portanza:</b> Fondazione (o sottobase) a legante idraulica o equiparata (Modulo Elastico equivalente $E_0$ )	$E_0 \geq 250$ Mpa	Art. 34.1.7	-
<b>Portanza:</b> Rilevato (ultimo strato) (Modulo Elastico equivalente $E_0$ )	$E_0 \geq 160$ Mpa	Art. 6.3.2.5	-
Qualità dei bitumi di base	Caratteristiche varie	Art. 36.1.1	5%
Qualità dei bitumi modificati	Caratteristiche varie	Art. 36.1.1	10%
Usure Drenanti Fonoassorbenti: Capacità drenante	Permeabilità $\geq 18$ dm <sup>3</sup> /min	Art. 36.3.5	10%
Usure Drenanti Fonoassorbenti: Coefficiente di Fonoassorbimento	Valori di $\beta$ secondo frequenze	Art. 36.3.5	2% (*)

(\*) Per ogni valore non raggiunto (detrazione massima 6%)

Si dettaglia nel seguito le altre prestazioni richieste, misurate con i mezzi ad Alto Rendimento e le penali conseguenti per il non raggiungimento delle suddette.

**Controlli ad alto rendimento: tutti i tipi di conglomerato bituminoso**

**Portanza: requisiti**

Per quanto riguarda invece le caratteristiche strutturali degli strati in conglomerato bituminoso messi in opera, il parametro di riferimento è il modulo elastico che sarà ricavato interpretando una serie di misure di deflessione dinamica effettuate con apparati di tipo F.W.D. (le prove potranno essere effettuate anche da "terzi", su specifiche fornite dalla Società); per l'interpretazione delle misure di deflessione, è necessario conoscere gli spessori degli strati in conglomerato bituminoso della pavimentazione che verranno rilevati a cavo aperto dalla Direzione Lavori e/o potranno essere ricavati mediante una opportuna campagna di rilievo in continuo, mediante radar, della stratigrafia della pavimentazione eseguito con l'apparecchiatura ad alto rendimento tipo Ground Penetration Radar che prevede, per la calibrazione del sistema di misura, l'esecuzione di carotaggi da eseguire con un passo non inferiore a 1000 m.

Le prove di deflessione dinamica tipo F.W.D., in relazione al tipo di intervento effettuato e ai controlli che si vogliono effettuare, dovranno rispettare le seguenti modalità di esecuzione:

A - Pavimentazione nuova o strati legati a bitume completamente rinnovati.

A1 - Valutazione del modulo medio complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume (spessore complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume >10 cm).

Le prove di deflessione dinamica saranno eseguite sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 3° ed il 90° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato.

A2 - Valutazione del modulo dello strato di Base legato a bitume (spessore della Base >10 cm) e del modulo medio complessivo degli strati di Binder e Usura sovrastanti (spessore complessivo > 4 cm).

Potranno essere eseguite due serie di prove di deflessione dinamica; la prima serie dovrà essere effettuata, almeno un giorno dopo la stesa, direttamente sulla superficie finita dello strato di base in conglomerato bituminoso mentre la seconda serie dovrà essere effettuata sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 3° ed il 90° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato. Le posizioni delle prove della prima serie dovranno essere identificate in maniera visibile a terra e/o a lato della piattaforma in maniera da poter posizionare le prove della seconda serie esattamente negli stessi punti.

B - Pavimentazione risanata superficialmente o ricoperta.

B1- Valutazione del modulo complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume rinnovati od aggiunti (spessore complessivo del Pacchetto degli strati rinnovati o aggiunti > 4 cm).

Saranno eseguite due serie di prove di deflessione dinamica: la prima serie dovrà essere effettuata entro i 60 d precedenti l'intervento sulla vecchia superficie della pavimentazione mentre la seconda serie dovrà essere effettuata sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 3° ed il 120° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato.

Le posizioni delle prove della prima serie dovranno essere identificate in maniera visibile a terra e/o a lato della piattaforma in maniera da poter posizionare le prove della seconda serie esattamente negli stessi punti.

Le prove di deflessione dinamica verranno interpretate per il calcolo del valore del modulo elastico mediante programmi di back-calculation rispondenti alla specifica AASHTO 93, e dovrà essere inoltre dichiarato l'algoritmo utilizzato per la riconduzione dei moduli calcolati alla temperatura di riferimento di 20° C. Il valore del modulo dinamico, riferito a tratte omogenee di lavoro e funzione della temperatura, non dovrà risultare inferiore a 3000 MPa.

Nel caso di esecuzione di una doppia serie di prove come descritto al punto B1 si procederà all'interpretazione delle misure di deflessione della prima e della seconda serie di prove calcolando il modulo complessivo del pacchetto degli strati legati a bitume, rispettivamente, nelle condizioni precedenti l'intervento ed in quelle modificate, dopo lo stesso, mediante il contributo offerto dagli strati aggiunti e rinnovati.

Confrontando le rigidzze nelle due condizioni del pacchetto degli strati legati a bitume sarà possibile allora calcolare il modulo elastico complessivo degli strati aggiunti o rinnovati.

Nel caso di esecuzione di una doppia serie di prove come descritto al punto A2 la procedura da seguire è del tutto identica a quella appena descritta salvo il fatto che dalla prima serie di prove si otterrà il modulo elastico dello strato di Base e dalla seconda serie il modulo medio complessivo di tutto il pacchetto degli strati legati a bitume; confrontando le rigidzze nelle due condizioni sarà possibile allora calcolare il modulo elastico complessivo degli strati superiori (Usura+Binder).

Le prove dinamiche tipo F.W.D. non potranno essere eseguite con temperature superficiali della pavimentazione oltre i 35 °C.

Le misure di F.W.D. verranno effettuate al massimo ogni 50 m di corsia per avere a disposizione un campione di dati di ampiezza statisticamente accettabile, eccezionalmente, per motivi operativi e di interferenza con il traffico, l'intervallo tra le prove potrà essere esteso fino ad un massimo di 100 m.

Per ciascuna tratta con tipo di intervento omogeneo, il numero di prove da eseguire, perché il campione abbia una ampiezza statisticamente accettabile, non deve essere inferiore a 20, qualsiasi sia la sua lunghezza.

Per la valutazione delle caratteristiche strutturali si farà riferimento al valore medio del modulo espresso in MPa, ricavato dai moduli risultanti dalle misure puntuali di F.W.D., relativo a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile

le suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 4 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale".

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei valori di modulo dinamico di riferimento per ciascuna tipologia di materiale sottoposto ad indagine.

STRATO	Modulo dinamico (MPa)
Conglomerati bituminosi (corretto alla temperatura di riferimento di 20°C)	3000
Riciclato a freddo (corretto alla temperatura di riferimento di 20°C) 1 mese	1700
Riciclato a freddo (corretto alla temperatura di riferimento di 20°C) 3 mesi	2000
Fondazione in misto granulometricamente stabilizzato	335
Rilevato (ultimo strato)	150

Portanza: penali

Qualora la prestazione finale per tratte omogenee di lunghezza minima di 200 m, fosse inferiore alle soglie indicate, si procederà, a cura del Committente ed a spesa dell'Impresa, al calcolo e verifica delle eventuali necessità di integrazione del pacchetto di pavimentazione per garantire il raggiungimento della vita utile di progetto, alla conseguente progettazione dell'intervento di risanamento e quindi all'applicazione di una detrazione a titolo penale, pari al valore dei lavori di risanamento oppure all'esecuzione in danno all'Impresa degli stessi.

## Aderenza e macrotestitura: requisiti

Nei tappeti e/o trattamenti superficiali dovranno essere realizzati valori di aderenza e tessitura granulometrica superficiale (macro-tessitura) idonei in rapporto a:

A - I tipi di materiale e/o trattamenti usati per l'esecuzione dello strato superficiale;

B - Le condizioni piano - altimetriche del tracciato in ogni suo punto;

C - Il tipo di traffico prevalente e la sua intensità.

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM o SUMMS (Norma CNR B.U. n. 147 del 14.12.92 - la relazione tra il valore CAT qui prescritto denominato CATaut e quello definito dalla norma CNR, denominato CAT\*\*\* è:  $CAT_{aut} = CAT^{***} \times 100$ ) deve risultare superiore o uguale ai seguenti valori:

MATERIALE	CAT prescritto
Conglomerati bituminosi normali e speciali per usura (tipo CB, CBS, CBH)	60
Conglomerati bituminosi normali e speciali per binder (tipo CB, CBS, CBH) provvisori	50
Conglomerati bituminosi rigenerati in sito	55
Conglomerati bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)	55
Conglomerati bituminosi con inerti chiari e irradiati	55
Conglomerati bituminosi (tipo CB, CBS, CBH) con argilla espansa	62
Conglomerati bituminosi drenanti e drenanti riciclati (tipo CBD, CBDR)	55
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MFT) - spessore 9 mm	65
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MFT) - spessore 6 mm	62
Trattamenti superficiali con leganti sintetici (Italgrip - tipo TSS)	72
Trattamenti superficiali a caldo (tipo TSC)	65
Microtappeto ad elevata rugosità superficiale (tipo MT)	62
Microtappeto ad elevata rugosità superficiale con inerti sintetici (tipo MT)	65

Inoltre la tessitura geometrica (HS) intesa come macrotestitura superficiale misurata mediante il misuratore "mini texture meter" (WDM - TRRL) o mediante il SCRIM/SUMMS dovrà essere superiore o uguale ai seguenti valori:

MATERIALE	HS prescritto

Conglomerati bituminosi normali e speciali per usura (tipo CB, CBS, CBH)	0,4 mm
Conglomerati bituminosi normali e speciali per binder (tipo CB, CBS, CBH) provvisori	0,3 mm
Conglomerati bituminosi rigenerati in sito	0,3 mm
Conglomerati bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)	0,4 mm
Conglomerati bituminosi con inerti chiari e irradiati	0,5 mm
Conglomerati bituminosi (tipo CB, CBS, CBH) con argilla espansa	0,4 mm
Conglomerati bituminosi drenanti e drenanti riciclati (tipo CBD, CBDR)	0,8 mm
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MFT) - spessore 9 mm	0,6 mm
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MFT) - spessore 6 mm	0,5 mm
Trattamenti superficiali con leganti sintetici (Italgrip - tipo TSS)	0,8 mm
Trattamenti superficiali a caldo (tipo TSC)	0,7 mm
Microtappeto ad elevata rugosità superficiale (tipo MT)	0,6 mm
Microtappeto ad elevata rugosità superficiale con inerti sintetici (tipo MT)	0,6 mm
Trattamenti di irruvidimento con sistemi meccanici:	
- All'esterno di gallerie e all'intero di gallerie con possibili ristagni d'acqua	0,5 mm
- All'interno di gallerie impermeabilizzate	0,4 mm

Le misure di CAT e HS interesseranno almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere effettuate in un periodo di compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, ad eccezione dei conglomerati bituminosi drenanti e dei microtappeti ad elevata rugosità superficiale per i quali le misure dovranno essere effettuate tra il 60° ed il 270° giorno dall'apertura al traffico.

Per quanto riguarda le misure di CAT e HS, effettuate con il SCRIM / SUMMS, dovrà essere rilevato almeno il 10% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della Direzione Lavori la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; le misure di CAT e HS dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e i valori misurati di CAT e HS potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici.

Per la valutazione delle caratteristiche di aderenza e macrotessitura superficiale si farà riferimento ai valori medi di CAT e HS, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m) o dai valori già mediati ogni 50 m, relativi a ciascuna TRATTA OMOGENEA in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per TRATTE OMOGENEE si intendono quei tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale": i valori di CAT e HS così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di aderenza.

Per quanto riguarda le misure di HS eseguite con il mini texture meter il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando quattro strisciate longitudinali distanziate in senso trasversale di 50 cm, preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote.

Lo strumento fornisce valori di tessitura media ogni 10 m ed ogni 50 m lungo ogni striscia longitudinale; pertanto ai fini del controllo, dovrà risultare in accordo con le prescrizioni la media (una sola cifra decimale) dei quattro valori ottenuti ogni 50 m (uno per ciascuna striscia longitudinale).

Aderenza e macrotessitura: penali

Qualora il valore medio di CAT o HS come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea (Misure SCRIM) o per ciascuna tratta da 50 m (Misure di HS con min texture meter), sia inferiore ai valori prescritti, decurtati di un 5% quale soglia di ripetibilità della tecnologia di misura, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una corsia); questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata. I valori della soglia di non accettabilità sono:

CAT = 40

HS = 0,25 mm

CAT = 55 per "Trattamento superficiale ad alta rugosità con inerti sintetici"

HS = 0,6 mm per "Trattamento superficiale ad alta rugosità con inerti sintetici"

Qualora il valore medio di CAT o HS, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea (Misure SCRIM o SUMMS) o per ciascuna tratta da 50 m (Misure di HS con "mini texture meter"), sia inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza e alla stesa di un nuovo strato; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare il valore deficitario al disopra della soglia di non accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni non si raggiungessero i valori prescritti, pur essendo i valori di CAT e HS al disopra dei valori inaccettabili, verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo.

Regolarità: requisiti

La regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

a - indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, inferiore a 2,0 mm/m nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata, inferiore a 2,0 mm/m nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

b - indice CP (Coefficiente di Planarità), calcolato a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione opportunamente filtrato per separare i diversi campi di lunghezze d'onda:

Campi di lunghezza d'onda	Intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata	Intervento limitato a una parte della carreggiata
Fino a 2,5 m	CP 2,5 < 80	CP 2,5 < 120
Da 2,5 m a 10 m	CP 10 < 160	CP 10 < 240
Da 10 m a 40 m	CP 40 < 320 (valore consigliato)	CP 40 < 480 (valore consigliato)

Queste prescrizioni valgono per:

- conglomerati bituminosi tipo CB, CBS, CBH
- conglomerati bituminosi rigenerati in sito
- conglomerati bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)
- conglomerati bituminosi con inerti chiari, irradiati
- conglomerati bituminosi tipo CB, CBS, CBH con Argilla espansa
- conglomerati bituminosi drenanti e drenanti riciclati (tipo CBD, CBDR)
- Microtappeti ad elevata rugosità superficiale (MT)

Le misure profilo longitudinale interessano almeno una corsia (marcia o marcia lenta), dovranno essere eseguite in un periodo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della Direzione Lavori la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 20 m a partire dal profilo longitudinale misurato; i valori degli indici CP 2,5-CP 10-CP 40 verranno calcolati con un "passo" di 100 m, rispettivamente per i tre campi di lunghezze d'onda sopra definiti a cui corrispondono tre profili che si ottengono filtrando il profilo misurato.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 20 m), relativi a ciascuna TRATTA OMOGENEA in cui è possibile suddividere la tratta misurata.

Per TRATTE OMOGENEE si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale".

I valori di IRI così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale nel caso di utilizzo dell'indice CP si farà riferimento ai tre valori CP 2,5-CP 10-CP 40 per tratte da 100 m di lunghezza.

I valori dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Regolarità: penali

Qualora il valore medio di IRI come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, maggiorato di un 5% quale soglia di ripetibilità della tecnologia di misura, o uno o entrambi i valori CP 2,5-CP 10 per tratte da 100 m non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di

rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

IRI = 3,5 mm/m

CP 2,5 = 160

CP 10 = 320

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, uno o entrambi i valori CP 2,5 e CP 10 per tratte da 100 m, sia maggiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili sopra elencati, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza e alla stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

Spessori: penali

Lo spessore della pavimentazione dovrà corrispondere allo spessore di progetto.

Esso verrà determinato su carote prelevate a questo fine (diametro 50 mm) o per altre valutazioni (diametri 100 o 150 mm). Su tali carote, prelevate casualmente dalla Direzione Lavori, in contraddittorio con l'Impresa, sulla superficie di pavimentazione stesa tra due scambi di carreggiata, dovranno essere effettuate almeno 30 misure eseguite con le modalità qui di seguito descritte.

Per le carote da 50 mm vengono effettuate 2 misure diametralmente opposte, mentre per quelle da 100 o da 150 mm vengono effettuate 6 misure in corrispondenza degli estremi dei diametri presi ogni 60°.

Dalla media M di tali misure si ricaverà il valore dello spessore della pavimentazione. La Direzione Lavori si riserva anche la possibilità di effettuare misure ad alto rendimento con macchine dotate di radar geotecnico, che fornirà automaticamente, con doppio passaggio, lo spessore medio della pavimentazione stesa.

L'accettazione della determinazione dello spessore della pavimentazione stesa dovrà scaturire dalle considerazioni sui principali parametri statistici relativi alla misura di grandezze fisiche qui di seguito riportati (UNI 4723-84).

Si dovrà determinare la media aritmetica M delle n misure xi, definita come la somma di tutte le osservazioni divisa per il loro numero, ed il loro scarto tipo "S", definito come la radice quadrata positiva della media (corretta) dei quadrati degli scarti di tutte le osservazioni (varianza) e fornito dall'espressione:

$$S = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \cdot \left( \sum_{i=1}^n xi^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^n xi \right)^2}{n} \right)}$$

La media M delle misure dello spessore del singolo strato non dovrà essere inferiore ad un valore minimo stabilito come il 93% dello spessore di progetto.

Singoli valori xi potranno essere inferiori a tale minimo purché lo scarto tipo S delle misure non superi il 30% della loro media, e la differenza tra il valore massimo e minimo non superi il 20% del valore medio M. Le misure che generano uno scostamento superiore ai suddetti valori vanno eliminate dal computo e va ripetuto il calcolo della nuova media da verificare con i criteri testé indicati.

Qualsiasi insufficienza di spessore di uno strato, valutabile nel fatto che  $M$  è inferiore al 93% dello spessore di progetto, comporterà una penalità applicata alla superficie di pavimentazione a cui si riferiscono le misure, che normalmente è quella lavorata tra due scambi di carreggiata. Nessuna penalità verrà applicata se la media  $M$  è uguale o superiore al 93% dello spessore di progetto, tranne il caso in cui il 90% delle misure  $x_i$  risultino di spessore compreso tra quello di progetto ed il 7% in meno dello stesso; in tale circostanza verrà applicata una detrazione del 5% al prezzo di elenco.

Per una insufficienza di spessore presentata da valori di  $M$  appartenenti agli intervalli da 7% a <10%, da 10% a <20%, da 20% a < 40% saranno effettuate riduzioni del prezzo di elenco, relativo allo strato ed alle superfici coinvolte rispettivamente del 20%, del 35% e del 50%. ogni deficienza di spessore superiore al 40% comporterà il rifacimento e/o la ricopertura gratuita.

#### **Controlli ad alto rendimento: PCP**

Il controllo della regolarità della lastra si articolerà come segue:

Controllo della regolarità longitudinale mediante rilievo del profilo longitudinale eseguito con il mezzo ad alto rendimento ARAN.

Controllo del profilo trasversale mediante regolo.

Controllo della regolarità longitudinale: requisiti

I controlli potranno essere eseguiti o sulla superficie della lastra in conglomerato cementizio o sulla superficie di un eventuale strato di finitura superficiale in conglomerato bituminoso sovrapposto alla lastra.

a - Nel caso in cui i controlli vengano eseguiti sulla superficie della lastra in conglomerato cementizio e la stessa non debba essere ricoperta da uno strato di finitura superficiale in conglomerato bituminoso, la regolarità della superficie dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

a.1 - indice I R I (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, inferiore a 1,8 mm/m nel caso di contemporaneo risanamento superficiale di tutte le altre corsie o di stesa della lastra su tutta la carreggiata, inferiore 2,0 mm/m nel caso di intervento limitato alla stesa della lastra su una parte della carreggiata;

a.2 - indice CP (Coefficiente di Planarità), calcolato a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione opportunamente filtrato per separare i diversi campi di lunghezze d'onda:

	PRESCRIZIONI	
Campi di lunghezza d'onda	Contemporaneo risanamento superficiale di tutte le altre corsie o stesa della lastra su tutta la carreggiata	Intervento limitato alla stesa della lastra in una parte della carreggiata
fino a 2,5 m.	CP 2,5 < 80	CP 2,5 < 120
da 2,5 m a 10 m	CP 10 < 160	CP 10 < 240
da 10 m a 40 m	CP 40 < 320	CP 40 < 480

Le misure profilo longitudinale interesseranno a meno una corsia (marcia o marcia lenta), dovranno essere eseguite almeno dopo 72 h dalla stesa della lastra e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

b - Nel caso in cui i controlli vengano eseguiti sulla superficie della lastra in conglomerato cementizio, quando, in base al progetto, dovrà essere steso uno strato di finitura superficiale in conglomerato bituminoso, la regolarità della superficie dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

b.1 - indice IRI (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, inferiore a 2,0 mm/m;

b.2 - indice CP (Coefficiente di Planarità), calcolato a partire del profilo longitudinale della pavimentazione opportunamente filtrato per separare i diversi campi di lunghezze d'onda:

Campi di lunghezza d'onda	PRESCRIZIONI
fino a 2,5 m	CP 2,5 < 120
da 2,5 m a 10 m	CP 10 < 240
da 10 m a 40 m	CP 40 < 480

Le misure profilo longitudinale interesseranno almeno una corsia (marcia o marcia lenta), dovranno essere eseguite almeno dopo 72 h dalla stesa della lastra e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

c - Nel caso in cui i controlli vengano eseguiti sulla superficie di un eventuale strato di finitura superficiale in conglomerato bituminoso sovrapposto alla lastra ed esteso a tutta la carreggiata, la regolarità della superficie dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

c.1 - Indice I R I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, inferiore a 1,8 mm/m;

c.2 - Indice CP (Coefficiente di Planarità), calcolato a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione opportunamente filtrato per separare i diversi campi di lunghezze d'onda:

Campi di lunghezza d'onda	PRESCRIZIONI
fino a 2,5 m	CP 2,5 < 80
da 2,5 m a 10 m	CP 10 < 160
da 10 m a 40 m	CP 40 < 320

Le misure profilo longitudinale interesseranno almeno una corsia (marcia o marcia lenta), dovranno essere eseguite in un periodo di compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

Per tutte le modalità di controllo dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della Direzione Lavori la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 20 m a partire dal profilo longitudinale misurato; i valori degli indici CP 2,5-CP 10-CP 40 verranno calcolati con un "passo" di 100 m, rispettivamente per i tre campi di lunghezze d'onda sopra definiti a cui corrispondono tre profili che si ottengono filtrando il profilo misurato.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 20 m), relativi a

ciascuna TRATTA OMOGENEA in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per TRATTE OMOGENEE<sup>9</sup> si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadano almeno 4 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale": i valori di IRI così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate. Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice CP, si farà riferimento ai tre valori CP 2,5-CP 10-CP 40 per le tratte da 100 m di lunghezza: i valori dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Controllo della regolarità longitudinale: penali

Qualora il valore medio di IRI come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o uno o più dei tre valori CP 2,5-CP 10-CP 40 per tratte da 100 m non soddisfi le condizioni richieste verranno applicate le seguenti penali:

a - controlli eseguiti sulla superficie della lastra in conglomerato cementizio (lastra senza finitura superficiale in conglomerato bituminoso) nel caso di superamento delle prescrizioni riportate ai punti a.1 e a.2 del precedente paragrafo 36.8.2.1, al costo complessivo della lastra (da calcolare prendendo a riferimento la sua larghezza complessiva anche se le misure interessano una corsia) verrà applicata una penale del 20%, questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

IRI = 3,0 mm/m

CP 2,5 = 160

CP 10 = 320

CP 40 = 680

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, o uno o più dei tre valori CP 2,5-CP 10-CP 40 per tratte da 100 m, sia maggiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili sopra elencati, al costo complessivo della lastra (da calcolare prendendo a riferimento la sua larghezza complessiva anche se le misure interessano una corsia) verrà applicata una penale del 50%;

b - controlli eseguiti sulla superficie della lastra in conglomerato cementizio (lastra con successiva finitura superficiale in conglomerato bituminoso): nel caso di superamento delle prescrizioni riportate ai punti b.1 e b.2 del precedente paragrafo 36.8.2.1, al costo complessivo della lastra (da calcolare prendendo a riferimento la sua larghezza complessiva anche se le misure interessano una corsia) verrà applicata una penale del 10%, questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

IRI = 3 5 mm/m

CP 25 = 160

CP 10 = 320

CP 40 = 680

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o uno o più dei tre valori CP 2,5-CP 10-CP 40 o per tratte da 100 m, sia maggiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili sopra elencati, l'Impresa dovrà procedere gratuitamente all'imbottitura del piano di posa dello strato superficiale in conglomerato bituminoso, prima della stesa di quest'ultimo; il nuovo piano di posa sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo

<sup>9</sup> Questo sistema di individuazione delle tratte omogenee vale, di massima, per tutte le misure di controllo prestazionali, anche se non espressamente richiamato e servirà per individuare i tratti a cui applicare le penali.

e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti (prescrizioni ai punti b.1 e b.2 del precedente paragrafo 36.8.2.1);

c - controlli eseguiti sullo strato di finitura superficiale in conglomerato bituminoso sovrapposto alla lastra ed esteso a tutta la carreggiata: nel caso di superamento delle prescrizioni riportate ai punti c.1 e c.2 del precedente paragrafo 36.8.2.1, al costo complessivo dello strato di finitura superficiale in conglomerato bituminoso (da calcolare prendendo a riferimento la sua larghezza complessiva anche se le misure interessano una corsia) verrà applicata una penale del 20%, questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

IRI = 3,0 mm/m

CP 2,5 = 160

CP 10 = 320

CP 40 = 680

Qualora il valore medio di IRI come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, o uno o più dei tre valori CP 2,5-CP 10-CP 40 per tratte da 100 m, sia maggiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili sopra elencati, l'Impresa dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa dello strato di finitura superficiale per tutta la sua larghezza e alla stesa di un nuovo strato di finitura superficiale il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti (prescrizioni ai punti c.1 e c.2 del precedente paragrafo 36.8.2.1).

Penali per irregolarità del profilo trasversale: vedi art 3.21.19.3.1.

Altre penali PCP: mancata pulizia zona giunto trasversale di costruzione (fine giornata lavorativa) art. 3.21.10.1.

### **3.22.6 Prestazioni di controllo da parte della Direzione Lavori**

L'attività inerente i controlli di idoneità delle miscele si svilupperà nel seguente modo:

#### **PROGETTO DELLE MISCELE**

- 1 - Verifica inerti (tutti)
- 2 - Verifica bitumi (tutti)
- 3 - Verifica delle curve di progetto anche presso i cantieri e/o per lavorazioni sperimentali (tutte)

#### **CONTROLLO LAVORI**

- 1) Verifiche volumetriche e compositive delle miscele con Laboratorio mobile ad alto rendimento: almeno 30
- 2) Verifiche sui bitumi di base ogni 2000 q di bitume impiegato per la produzione delle miscele
- 3) Verifiche sui bitumi modificati ogni 500 q di bitume impiegato per la produzione delle miscele
- 4) Misure ad alto rendimento (Aderenza, regolarità ecc.): almeno un passaggio/anno

Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle presenti Norme eseguiti dalle Imprese esecutrici devono essere presentati alla Direzione Lavori per la verifica e l'approvazione.

L'Impresa esecuttrice dei lavori di pavimentazione deve far pervenire a proprie spese, al Laboratorio centrale della Società, almeno sei mesi prima dell'inizio dei lavori, gli studi di progetto unitamente a tutti i componenti impiegati per la loro realizzazione (graniglie, sabbie, additivi, bitume ecc.).

Il suddetto Laboratorio provvederà ad eseguire per ciascuna miscela e su tutti i materiali presentati una serie di analisi finalizzate alla verifica dei dati progettuali e di idoneità.

I controlli lavori avvengono su richiesta della Direzione Lavori, in base ai dati rilevati con le prove ad alto rendimento.

I prelievi di inerti e di bitume devono essere effettuati in contraddittorio con la Direzione Lavori.

Tutte le curve di progetto per i conglomerati bituminosi presentate dall'Impresa esecutrice dei lavori devono essere verificate secondo l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B.

Gli aggregati lapidei ed il bitume tal quale e/o modificato impiegati nelle lavorazioni devono essere prelevati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa esecutrice dei lavori ed accompagnati da dettagliati verbali di prelievo.

Le quantità di materiali che devono pervenire presso il Laboratorio Centrale devono essere le seguenti:

- Inerti  $\square$ 5 mm : 40 kg per ogni pezzatura. (sacchi da 20 kg)
- Inerti  $\square$ 5 mm : 60 kg per ogni pezzatura. (sacchi da 20 kg)
- Filler : 5 kg
- Bitume : 10 kg
- Per i conglomerati cementizi: secondo richiesta fatta di volta in volta.

## ALLEGATO N. 1

### DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TRAZIONE INDIRECTA E DELLA DEFORMAZIONE A ROTTURA DI MISCELA DI AGGREGATI LAPIDEI E BITUME.

#### 1 - SCOPO

La prova ha lo scopo di misurare convenzionalmente la resistenza a trazione indiretta e la relativa deformazione a rottura di miscele di aggregati lapidei e bitume.

#### 2 - DEFINIZIONE

Si definisce resistenza a trazione indiretta la resistenza determinata al momento della rottura di un provino cilindrico sottoposto a carico di compressione in corrispondenza di un suo piano diametrale.

Si definisce deformazione di compressione a rottura per compressione diametrale l'accorciamento unitario del diametro del provino, provocato dal carico di rottura e misurato sul piano assiale di carico.

Si definisce deformazione di trazione indiretta a rottura per compressione diametrale l'allungamento unitario del diametro del provino, provocato dal carico di rottura e misurato sul piano assiale perpendicolare a quello di carico.

#### 3 - CAMPO DI APPLICAZIONE

La prova si applica alle miscele di aggregati lapidei e bitumi semisolidi, normali e modificati, per usi stradali tra cui, in particolare, conglomerati bituminosi chiusi e aperti, nonché asfalti colati. Per eseguire la prova è possibile utilizzare sia provini confezionati in Laboratorio o in cantiere, che carote prelevate dalla pavimentazione.

Le temperature estreme di prova sono 10 °C e 40 °C e permettono di verificare la rispondenza ai criteri di qualificazione ed accettazione delle miscele bituminose in fase di caratterizzazione, di formulazione e di controllo.

Quando espressamente richiesto la prova può essere eseguita a temperature al di fuori del suddetto intervallo.

#### 4 - APPARECCHIATURA DI PROVA

4.1 - Per il confezionamento dei provini vedi norma CNR B.U. n. 30 del 15.03.1973 (2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.9, 2.10, 2.12): determinazione della stabilità e dello scorrimento di miscele di bitume e inerti lapidei a mezzo dell'apparecchio Marshall.

4.2 - Stufa regolabile a temperature  $\geq 25$  °C con l'approssimazione di  $\pm 1$  °C.

4.3 - Refrigeratore regolabile a temperature  $\geq 25$  °C con l'approssimazione di  $\pm 1$  °C.

In alternativa un termocriostato con campo di temperature con le approssimazioni sopra indicate.

4.4 - Pressa meccanica o idraulica ad azione continua, di portata non minore ai 5000 daN, con velocità costante di avvicinamento dei piatti di  $0,85 \pm 0,05$  mm/s per le prove a 10 °C, per prove a temperature inferiori la velocità deve essere di  $0,423 \pm 0,05$  mm/s.

Ove consentito dalla attrezzatura di prova è consigliabile per tutte le temperature l'impiego della velocità di  $0,423 \pm 0,05$  mm/s.

4.5 - Anello dinamometrico munito di comparatore bloccabile per la misura del carico di rottura del provino, o di un dispositivo elettronico con indicazione numerica o grafica del carico massimo collegato ad un registratore,

od a idonea strumentazione, per la misura e relativa registrazione dell'andamento del carico in funzione di una delle due deformazioni.

4.6- Comparatore centesimale bloccabile per la misura al momento della rottura, dell'avvicinamento dei piatti della pressa, oppure una coppia di trasduttori differenziali muniti di centralina di condizionamento dei segnali collegati ad un registratore, od a idonea strumentazione, per la registrazione dell'andamento della deformazione verticale media, ed indicazione numerica o grafica del valore medio della deformazione del campione in corrispondenza del valore massimo del carico.

4.7- Dispositivo per la misura della deformazione di trazione indiretta a rottura del provino il quale deve essere munito di due comparatori centesimali bloccabili in posizione diametralmente opposta, o di una coppia di estensimetri o di due trasduttori differenziali con centralina di condizionamento dei segnali, collegati ad un registratore, od a idonea strumentazione, per la registrazione dell'andamento della deformazione. Indicazione numerica o grafica del valore medio dell'allungamento medio del diametro del campione in corrispondenza del valore massimo del carico.

4.8- Coppia di listelli in acciaio di 10 cm di lunghezza con sezione trasversale di  $12,7 \pm 0,1$  mm di larghezza, spessore di  $6,0 \pm 0,1$  mm e raggio di curvatura di  $50,5 \pm 0,1$  mm.

## 5 - PRELEVAMENTO O PREPARAZIONE DEI CAMPIONI

La prova può essere effettuata sia su carote prelevate dalla pavimentazione che su provini preparati in Laboratorio o in cantiere.

Per le carote prelevate dalla pavimentazione la sezione nominale deve essere di almeno  $78,5 \text{ cm}^2$  (diametro  $101 \pm 1$  mm) e l'altezza di almeno il doppio della dimensione massima degli aggregati utilizzati.

### 5.1 - Prelevamento delle carote

Il prelevamento delle carote da una pavimentazione bituminosa va effettuato con carotatrice, operando perpendicolarmente alla superficie dello strato interessato, ed avendo cura che le carote risultino indisturbate e di diametro costante.

Se una carota è formata da più di uno strato, il provino della miscela da esaminare deve essere ottenuto mediante taglio effettuato perpendicolarmente all'asse della carota per mezzo di una fresa a disco. Per le miscele relative a strati di usura, la zona superficiale della carota non deve essere asportata.

### 5.2 - Preparazione dei provini Marshall O DA PRESSA GIRATORIA

Vedi norma CNR B.U. n. 30 del 15.03.1973 o Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B.

### 5.3 - Provini di asfalto colato

Per il loro confezionamento vedi norma tecnica di appalto specifica per giunti a tampone in asfalto colato.

## 6 - CONDIZIONI DI PROVA

Il dispositivo dinamometrico per la misura del carico di rottura deve avere una approssimazione minima di 5 daN per temperature a 40 °C e di 0,5 daN per temperature superiori. Il condizionamento dei campioni deve avvenire alla temperatura prefissata. Il tempo di prova per un tempo pari a 6 h; il condizionamento potrà essere valutato tramite una sonda (rilevatore di temperatura) comunque inserita all'interno di un provino confezionato con lo stesso materiale ed avente le stesse caratteristiche geometriche di quelli da sottoporre a prova. Il tempo intercorrente fra la rimozione del provino dall'ambiente di condizionamento termostatico e la relativa rottura non deve superare 60 s. La misura delle deformazioni diametrali alla rottura deve avere un'approssimazione di 0,01 mm.

## 7 - RIFERIMENTO PER LA CENTRATURA DEL CARICO

In mancanza di un idoneo dispositivo di centratura, si devono tracciare sulla superficie laterale del provino le rette che intercettano un piano diametrale lungo cui verrà applicato il carico. Tali rette risultano essere diametralmente opposte nel piano assiale verticale e ciascuna estremità deve essere unita su ogni base in modo da definire chiaramente il piano di carico.

La misura del diametro, con la precisione di un millimetro, deve avvenire in prossimità delle due estremità ed a metà altezza del provino nel piano assiale verticale contenente le rette diametralmente opposte. La media delle tre misure costituisce la misura del diametro sopraindicato. L'altezza dei provini va misurata su più punti, con la precisione di un millimetro, come distanza tra punti posti sulle rette diametrali individuate su ciascuna superficie di base. La media di tali misure darà il valore dell'altezza.

## 8 - ESECUZIONE DELLA PROVA

Dopo l'opportuno condizionamento termostatico collocare il provino, ben centrato, tra i piatti della pressa, in maniera tale che il suo asse risulti orizzontale e che l'asse del listello di carico superiore sia perfettamente parallelo a quello del listello inferiore ed entrambi siano contenuti nel piano verticale passante per l'asse del provino.

È opportuno applicare un carico minimo, sia per il bloccaggio dello snodo sferico della pressa di prova che per il bloccaggio del provino, in modo che quest'ultimo resti ben centrato, nonché per collegare, posizionare ed azzerare i dispositivi di misura e le relative strumentazioni per la determinazione del carico di rottura e delle deformazioni di compressione diametrale e di trazione indiretta.

Si applica il carico di compressione al provino con la velocità costante di deformazione prevista in funzione della temperatura di prova fino al raggiungimento della rottura del provino. In quel momento si bloccano i comparatori di misura del carico, delle deformazioni registrandone i relativi valori.

## 9 - NUMERO DEI CAMPIONI

### 9.1 - PROVINI MARSHALL DI CONGLOMERATO BITUMINOSO

Costipati a 75 colpi di maglio per faccia, alla temperatura di norma per quelli Marshall. A 100 rotazioni per quelli della Pressa Giratoria.

- In fase di caratterizzazione e di formulazione:

N. 6 provini per temperatura, con almeno tre temperature (10-25-40 °C) per ogni percentuale di bitume esaminata (minimo quattro percentuali).

- In fase di controllo:

N. 4 provini per temperatura, con almeno tre temperature (10-25-40 °C) per ogni controllo utilizzando i provini confezionati presso l'impianto di produzione.

#### 9.2- PROVINI MARSHALL DI ASFALTO COLATO

- In fase di caratterizzazione e formulazione: vedi punto 9.1.
- In fase di controllo: vedi punto 9.1.

#### 9.3- CAROTE PRELEVATE DALLA PAVIMENTAZIONE

In fase di controllo per ogni sezione trasversale occorre prelevare 3 carote per ogni temperatura di prova (almeno tre temperature (10-25-40 °C)). Le carote, del diametro precedentemente indicato, da impiegare nella prova di trazione indiretta potranno essere ricavate in Laboratorio dalle carote direttamente prelevate dalla pavimentazione ed aventi diametro sensibilmente maggiore.

### 10 - ESPRESSIONE DEI RISULTATI

La resistenza a trazione indiretta "Rt", espressa in N/mm<sup>2</sup>, deve essere calcolata attraverso la seguente espressione:

$$RT = (2P)/(\pi D h)$$

dove:

P = carico massimo in N

D = dimensione in millimetri della sezione trasversale del provino

h = Lunghezza in millimetri della sezione longitudinale del provino

La resistenza si deve esprimere con l'approssimazione di 0,05 N/mm<sup>2</sup>.

La deformazione unitaria di compressione a rottura (Dc/D) espressa come rapporto fra la deformazione a rottura Dc ed il diametro originario dei provini (D), con l'approssimazione della terza cifra decimale per le prove ai 10 °C e della quarta cifra decimale per quelle inferiori, risulta essere la media dei valori calcolati per i provini in esame. Deformazione unitaria di trazione indiretta a rottura (spanciamento) (Dt/D) deve essere calcolata ed espressa come quella di cui comma precedente. Il parametro di deformabilità di compressione a rottura, espresso in 0,5 mm<sup>2</sup>/N, deve essere calcolato attraverso la seguente espressione:  $PDc = (Dc/D Rt)10^3$

Il parametro di deformabilità di compressione a rottura va espresso con l'approssimazione di 0,5 mm<sup>2</sup>/N. Il parametro di deformabilità di trazione a rottura, espresso in mm<sup>2</sup>/N, deve essere calcolato attraverso la seguente espressione:

$$PDt = (Dt/D Rt) 10^3$$

Il parametro di deformabilità di trazione a rottura va espresso con l'approssimazione di 0,5 mm<sup>2</sup>/N. Il coefficiente di trazione indiretta, espresso in N/mm<sup>2</sup> deve essere calcolato attraverso la seguente espressione:

$$CTI = (\pi/2) \times (D Rt/Dc)$$

Il coefficiente di trazione indiretta va espresso con l'approssimazione di 0,5 N/mm<sup>2</sup>.

### 11 - RESOCONTO DI PROVA

Informazioni che devono accompagnare i certificati delle prove o eventuali relazioni tecniche sulle prove eseguite sui campioni:

- a) - Tipo di miscela
- b) - Tipo di legante o composizione del legante
- c) - Temperatura di costipamento dei provini
- d) - Numero dei colpi per faccia su ciascun provino
- e) - Data di confezionamento o di prelievo dei provini
- f) - Luogo di confezionamento o di prelievo dei provini
- g) - Impresa
- h) - Identificazione dei provini
- i) - Se carote: Autostrada - Carreggiata - Corsia - n. Sezione
- l) - Temperatura di prova
- m) - Identificazione del responsabile dell'invio dei campioni
- n) - Geometria dei campioni e massa volumica apparente
- o) - Velocità della pressa durante la prova
- p) - Resistenza a trazione indiretta
- q) - Deformazione unitaria di compressione a rottura
- r) - Deformazione unitaria di trazione a rottura
- s) - Parametro di deformabilità di compressione a rottura
- t) - Parametro di deformabilità di trazione a rottura
- u) - Coefficiente di trazione indiretta
- v) - Eventuali anomalie
- z) - Osservazioni

**ALLEGATO N. 2**

Determinazione del ritorno elastico dei bitumi modificati

(Prova basata sul metodo DIN. 52013)

- Scopo della prova

Questo metodo serve a valutare il ritorno elastico dei bitumi modificati mediante misure dirette ed effettuate in determinate condizioni di prova sui provini sottoposti a deformazione di trazione nell'apparecchio duttilometro di cui alla Norma CNR BU n. 44 del 29.10.1974.

- Apparecchiatura di prova

Si fa riferimento alla Norma CNR BU 44/74 con l'avvertenza che, alla temperatura di prova, la densità del bagno d'acqua del duttilometro e quella del provino di bitume in esame (CNR BU n. 67 del 22.5.1978) devono essere praticamente uguali.

A tale scopo e all'occorrenza, la densità del liquido del bagno deve essere modificata additivando il bagno con alcool metilico o cloruro di sodio.

- Preparazione del campione

Si rimanda alla norma CNR BU 44/74.

- Temperatura di prova

La prova può essere effettuata a qualsiasi temperatura compresa fra 5 °C e 25 °C, che va mantenuta costante per tutta la durata della prova stessa con tolleranza di  $\pm 0.5$  °C; normalmente viene adottata una delle seguenti temperature: 10 °C, 15 °C e 25 °C.

Nelle presenti Norme è stata scelta la temperatura di 25 °C.

- Esecuzione della prova

Nel bagno d'acqua del duttilometro, condizionato alla temperatura di prova, si assicurano gli anelli delle due ganasce del provino agli appositi attacchi e si procede al mutuo allontanamento delle ganasce con la velocità costante di 5 cm/min  $\pm 5\%$ , fino ad un allungamento del provino pari a  $2 \pm 0.1$  cm.

Si arresta allora il movimento di allungamento e si lascia riposare il provino per 5 min, quindi lo si taglia a metà con la forbice.

Dopo altri 60 min si misura il ritorno elastico R.E. che è dato dalla distanza formatasi fra le due estremità libere del provino, espresse in centimetri con l'approssimazione della prima cifra decimale.

La determinazione si considera normale ed il risultato accettabile, quando il provino di bitume fra le due ganasce, sia nella fase di allungamento che in quella di ritorno libero, non viene mai a contatto con la superficie o con il fondo del bagno del duttilometro.

In difetto, la determinazione deve essere rifatta, dopo avere ulteriormente modificato la densità del liquido del bagno come indicato in precedenza, in modo che nessuna parte del provino salga in superficie o tocchi il fondo del bagno.

- Espressione dei risultati

Per ogni determinazione normale, il ritorno elastico deve essere espresso come percentuale dell'allungamento del provino:

$$\text{R.E. \%} = 100 \text{ R.E.}/20$$

Il risultato R.E. % della prova, è dato dalla media aritmetica dei valori ottenuti con tre determinazioni normali, purché la maggiore differenza fra questi valori non superi il 15% di tale media.

In caso contrario si deve ripetere la prova e se la discordanza persiste, si devono segnalare i 6 valori singoli e si assume come risultato della prova la media aritmetica dei 3 valori minori fra le 6 determinazioni normali effettuate.

Contestualmente al risultato deve essere precisata la temperatura alla quale la prova è stata eseguita.

**ALLEGATO N. 3****PROVA DI VERIFICA DELLA STABILITÀ ALLO STOCCAGGIO A CALDO DI UN BITUME MODIFICATO****- Scopo della prova**

Questo metodo di prova serve a valutare la stabilità di un bitume modificato allo stoccaggio a caldo e si effettua mediante la determinazione della differenza fra il punto di rammollimento P.A. del terzo superiore e quello del terzo inferiore di un provino cilindrico del bitume in esame, dopo averlo mantenuto per tre giorni alla temperatura massima di stoccaggio.

**- Apparecchiatura di prova**

- tubetti cilindrici di circa 3 cm di diametro e 16 cm di altezza, di alluminio sottile, pieghevole non verniciato.
- stufa con regolazione termostatica fino a  $T=200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con precisione di  $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- freezer.
- apparecchiatura per la determinazione del punto di rammollimento del bitume (CNR BU n.35/1973).

**- Procedimento**

Dopo aver chiuso un tubetto ad una estremità stringendola e ripiegandola più volte per un totale di circa 3 cm in modo da ottenere un fondo piatto, si versa 75 g circa del bitume riscaldato alla temperatura minima di colabilità, evitando inclusioni di aria e si lascia raffreddare completamente; la parte superiore del tubetto viene allora stretta e piegata ripetutamente in maniera tale che in esso non rimanga praticamente più aria. Il tubetto preparato viene sistemato verticalmente nella stufa e mantenuto per 3 d alla temperatura massima di stoccaggio, corrispondente a quella massima di impiego e tipica per il bitume modificato in esame; al termine, si toglie il tubetto dalla stufa e, dopo raffreddamento a temperatura ambiente, lo si raffredda ulteriormente in freezer in modo che il provino di bitume possa essere separato dall'involucro di alluminio. Si taglia quindi il provino cilindrico di bitume perpendicolarmente al suo asse in tre parti di uguale altezza e si scarta quella centrale; sulle parti inferiori e superiori si determina separatamente il punto di rammollimento P.A. con la approssimazione della prima cifra decimale.

**- Espressione dei risultati**

La stabilità allo stoccaggio a caldo è espressa dalla differenza fra i punti di rammollimento delle due parti estreme del provino.

**- Valutazione dei risultati**

Il bitume in esame si considera stabile allo stoccaggio a caldo se la suddetta differenza non supera i  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**ALLEGATO N. 4****METODO DI PROVA PER LA DETERMINAZIONE DELLA PERCENTUALE IN PESO DI SOSTANZE OLEOSE TRATTENUTA DALL'ARGILLA TRATTATA**

L'argilla trattata deve trattenere una quantità in peso compresa tra i 60 ÷ 80 Kg/m<sup>3</sup> di sostanze oleose (percentuale in peso variabile tra il 20%÷ 25%). Tale valore deve essere misurato mediante il seguente metodo di controllo:

**A) - Apparecchiatura e prodotti:**

- becker da 400 cm<sup>3</sup>
- bacchetta di vetro

Soluzione del prodotto oleoso:

- 40 p.p. di bitume 80/100 sciolto in 60 p.p. di gasolio
- acqua distillata

**B) - Metodo operativo:**

- mettere nel becker 100 g di acqua distillata a 50 °C
- aggiungere 5 g del prodotto gasolio/bitume
- aggiungere 30 g di argilla trattata essiccata
- mescolare con bacchetta per 60 s.

**C) - Calcolo dei risultati:**

- Eliminare l'acqua e le eventuali sostanze oleose in sospensione per colaggio.
- Sia P1 il peso iniziale dell'argilla trattata essiccata.
- Sia P2 il peso dell'argilla trattata ricoperta dalla sostanza oleosa.
- La percentuale in peso di sostanza oleosa trattenuta è la seguente:

$$\%A = \frac{P2 - P1}{P1} \times 100$$

Nota alla prova: considerato che il prodotto è idrofugo ed il tempo di permanenza dell'argilla in acqua è molto breve, la percentuale di acqua assorbita durante la prova è irrilevante e non inficia i risultati ottenuti.

### 3.23 Barriere di sicurezza

#### 3.23.1 Premessa

I progetti e le relative esecuzioni devono attenersi rigorosamente alle seguenti vigenti normative in materia: D.M. LL.PP. 18/02/1992 n. 223; D.M. LL.PP. del 03/06/1998; D.M. LL.PP. dell'11/06/1999; Norma UNI 1317-1 del maggio 2000; Norma UNI 1317-2 del aprile 1998; Norma UNI 1317-3 del gennaio 2002; Norma UNI 1317-4 del maggio 2003; Norma UNI 1317-5 del luglio 2007; D.M. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21/06/2004; Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti 25/08/2004; Circolare Ministero dei Trasporti del 15/11/2007 n°000104862/RU/U.

Le barriere ed i dispositivi, a seconda della loro destinazione ed ubicazione, devono corrispondere a quanto prescritto nelle "Istruzioni Tecniche" allegate ai Decreti sopracitati.

Le protezioni dovranno essere realizzate secondo quanto previsto dal progetto e con dispositivi che abbiano conseguito il Certificato d'Omologazione rilasciato dal Ministero dei Lavori Pubblici-Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale.

Gli interventi compreso quelli relativi alle barriere amovibili, nonostante la mobilità del sistema, avranno le caratteristiche dell'impianto di tipo "definitivo" per cui il materiale impiegato, in particolare per le barriere metalliche, dovrà essere esclusivamente di nuova produzione.

Le barriere ed i dispositivi, in corrispondenza delle zone di transizione e terminali, devono rispondere alla normativa europea prENV 1317-4.

#### 3.23.2 Barriere metalliche

##### 3.23.2.1 Accettazione dei materiali

Ai fini della produzione ed accettazione, "Tutti i produttori dei dispositivi omologati devono essere specializzati e certificati in qualità aziendale secondo le norme della serie EN ISO 9001 o 9002" (Art. 8 D.M. 3 giugno 1998 n. 3256 - Art. 5 D.M. 11 giugno 1999).

I materiali componenti, i suddetti dispositivi omologati dovranno avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omologazione e dovranno essere realizzati con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una **dichiarazione di conformità di produzione** che nel caso di barriere con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.

Tale dichiarazione dovrà essere emessa dall'Impresa e controfirmata dal Direttore Tecnico della Ditta Produttrice a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al "Certificato d'omologazione".

Questa dichiarazione dovrà essere associata, a seconda dei casi, alle altre attestazioni previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro.

L'accettazione di tutti i materiali sarà regolata, inoltre, anche dalle norme descritte nei successivi articoli.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dalla qualità dei materiali stessi.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati alle attestazioni nonché la regolarità delle lavorazioni.

La qualità dei materiali sarà verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

##### 3.23.2.2 Qualità dei materiali

###### 1) Caratteristiche dell'acciaio.

L'acciaio impiegato per le barriere dovrà essere esente da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra, per qualità, spessori e finiture. La qualità deve essere di tipo UNI EN

10025 - S275 JR (ex Fe 430 B UNI 7070), o di qualità UNI EN 10025 - S235 (ex Fe 360 B UNI 7070). L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303 : 1994 - Classe 1. Per ogni partita di materiale impiegato, l'Impresa dovrà presentare un attestato di qualità dell'acciaio rilasciato dalla ferriera di provenienza e sottoscritto dal legale rappresentante del fornitore.

#### 2) Tolleranze dimensionali.

Nella costruzione dei profilati d'acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e le tolleranze previste dalle norme UNI 7344/85. Per le tolleranze di spessore, si riterranno validi i valori riportati di seguito:

Lamiere o nastri fino a 3,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa  $\pm 0,05$  mm;

Lamiere o nastri da 3,50 mm a 7,00 mm - Tolleranza di spessore ammessa  $\pm 0,10$  mm;

Lamiere o nastri oltre 7,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa  $\pm 0,15$  mm.

#### 3) Unioni bullonate.

La bulloneria impiegata dovrà essere della classe 8.8 UNI 3740.

#### 4) Unioni saldate.

I collegamenti tra elementi metallici da effettuarsi mediante saldatura dovranno essere del tipo a penetrazione ed effettuati nel rispetto dell'articolo 2.5 delle norme CNR UNI 10011/88.

In particolare l'Impresa, qualora non espressamente descritto nei disegni di progetto, dovrà rispettare le Norme sopra richiamate, tenendo presente di volta in volta, le caratteristiche generali e particolari delle saldature stesse, ivi compresi, qualità e spessori dei materiali, procedimenti, tipi di giunto e classi di saldatura.

#### 5) Zincatura.

Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie, secondo le norme UNI EN ISO 1461/99.

Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono riportate nel prospetto D.1 della suddetta Norma.

Lo zinco impiegato per i rivestimenti dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

#### 6) Caratteristiche della rete e dei fili metallici.

La rete, utilizzata a complemento dei parapetti metallici, sarà realizzata con fili d'acciaio crudo UNI 3598/54, con resistenza minima unitaria di rottura di 55 kg/mm<sup>2</sup>, mentre i fili di legatura saranno in acciaio dolce sempre del tipo UNI 3598/54.

La rete e i fili saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante) delle Norme UNI 7245/73. In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 g/m<sup>2</sup>.

Il rivestimento protettivo della rete e dei fili sarà costituito da zinco di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74, oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio. In questo caso la percentuale d'alluminio presente nella lega non dovrà superare il 5%.

### **3.23.2.3 Modalità d'esecuzione**

#### **a) Barriere per banchine centrali e laterali**

La barriera sarà posizionata in modo che il filo dell'onda superiore del nastro cada entro il margine della pavimentazione stradale.

I nastri saranno collegati fra di loro ed ai sostegni mediante bulloni con esclusione di saldature; il collegamento tra i nastri sarà fatto tenendo conto del senso di marcia in maniera che ogni elemento sia sovrapposto al successivo per evitare risalti contro la direzione del traffico.

Il serraggio dei bulloni potrà avvenire anche con chiave pneumatica purché sia assicurata una coppia finale di almeno 10 kg•m da verificare con chiave dinamometrica su un proporzionato numero di bulloni.

Sul bordo superiore dei nastri saranno applicati dei delineatori con elementi rifrangenti segnalimite, i quali dovranno essere preventivamente omologati secondo le norme vigenti ed accettati dalla Direzione Lavori.

Saranno costituiti da un supporto in lamiera e da catadiottri in metacrilato di colore arancione, composti da un catadiottero, quelli da porre in destra al senso di marcia, da due catadiottri sovrapposti quelli da porre in sinistra. I suddetti saranno applicati alle barriere mediante sistemi a morsetto senza interessare la bulloneria delle stesse.

Per la viabilità ordinaria saranno invece utilizzati quelli di tipo bifacciale bianco/rosso con caratteristiche simili ai precedenti.

I sostegni saranno infissi con idonea attrezzatura vibrante o a percussione fino alla profondità necessaria per il rispetto della quota stabilita, avendo cura di non deformare la testa del sostegno ed ottenere l'assoluta verticalità finale, facendo in modo che le alette del sostegno siano posizionate in senso contrario a quello del traffico.

Quando per la presenza di trovanti o eccessiva consistenza del terreno non risulti possibile l'infissione, sarà ammesso il taglio della parte eccedente del sostegno e la formazione in sito del nuovo foro di collegamento, sempreché la parte infissa risulti superiore a 50 cm, senza riconoscere all'Impresa alcun compenso.

Qualora il rifiuto interessi più sostegni contigui fino ad un massimo di sei, l'Impresa è tenuta a sospendere l'infissione e avvertire tempestivamente la Direzione Lavori perché questa possa assumere le decisioni circa i criteri d'ancoraggio da adottare.

Le cavità eventualmente formatisi alla base dei sostegni dopo l'infissione, a seconda della natura della sede, dovranno essere intasate con materiale inerte costipato o chiuse con malte di cemento.

In caso di carenza di vincolo od altre particolari situazioni, la Direzione Lavori potrà richiedere l'adozione d'adeguate opere di rinforzo.

Lungo il tracciato della barriera possono esistere cavi elettrici, telefonici e altri, per cui l'Impresa è tenuta a chiedere agli Enti interessati, in accordo con la Direzione Lavori, le necessarie indicazioni per la loro individuazione ed operare con le dovute cautele.

In ogni caso eventuali danni arrecati agli impianti predetti ed eventuali oneri per l'individuazione dei cavi stessi sono totalmente a carico dell'Impresa restando la Società sollevata da ogni responsabilità ed onere conseguente.

Sono a carico dell'Impresa le eventuali riprese d'allineamento e rimessa in quota delle barriere per il periodo sino al collaudo ancorché ciò dipenda da limitati cedimenti della sede stradale e la ripresa possa essere eseguita operando sulle tolleranze dei fori di collegamento.

Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità d'installazione da parte dell'Impresa, controfirmata dal Direttore Tecnico dell'eventuale Impresa Installatrice che garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato d'omologazione". Questa dichiarazione dovrà essere associata alle altre attestazioni previste dalla normativa vigente in termini di controllo qualità ed altro.

Nel caso di sostituzione di barriera esistente, l'eventuale smontaggio dovrà essere effettuato con cura senza causare rotture o danni. Eventuali danni o perdite saranno imputate all'Impresa.

Le banchine in terra e le cunette in calcestruzzo, sede dei montanti estratti, dovranno essere perfettamente ripristinate ed ogni detrito o materiale di scarto trasportato a rifiuto a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà della Committente e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi o portato a discarica, secondo quanto indicato dalla Direzione Lavori, sempre a cura e spese dell'Impresa.

Alla rimozione dovrà seguire prontamente il montaggio delle nuove barriere in modo da non lasciare tratti d'autostrada senza protezione.

**b) Barriere per opere d'arte**

La posa in opera delle barriere sulle opere d'arte sarà effettuata mediante montanti con piastra, inghisati per mezzo di contropiastra di base o per mezzo di tirafondi nel cordolo di calcestruzzo. In caso di presenza di traffico l'Impresa dovrà adottare tutti i sistemi e le precauzioni per evitare sia interruzioni nel transito dei veicoli che la caduta d'oggetti e materiali.

Nel caso di sostituzione di barriera esistente, ai lavori di smontaggio dovranno seguire, nel tempo strettamente necessario, i lavori d'installazione in modo da non lasciare parti di parapetto prive di protezione.

I fori d'alloggio dei nuovi montanti dovranno essere eseguiti con carotatrice idraulica e quindi riempiti con betoncino reoplastico.

Il fissaggio della rete di protezione dovrà essere fatto con particolare cura affinché aderisca ai montanti ed ai correnti in modo uniforme ed essere ben tesata evitando la formazione d'ondulazioni o bombature di qualsiasi genere.

Le eventuali giunzioni tra due teli di rete dovranno avvenire possibilmente in corrispondenza dei montanti, sovrapponendo almeno due maglie e ripiegando a gancio tutti i fili orizzontali di entrambi i teli.

I bordi terminali della rete dovranno essere ripiegati sui montanti d'estremità ad evitare che i fili presentino pericolo d'agganciamento.

Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà della Committente e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi o portati a discarica, secondo quanto indicato dalla Direzione Lavori, sempre a cura e spese dell'Impresa.

**c) Barriere mobili per chiusura varchi dello spartitraffico centrale**

La barriera mobile, salvo indicazioni particolari, sarà posizionata sull'asse dello spartitraffico centrale e in ogni caso in maniera che il filo della pedana d'appoggio cada entro il limite della linea bianca continua del by pass.

La barriera sarà appoggiata su una pavimentazione in asfalto priva di gradini e quant'altro possa impedire il movimento su ruote degli elementi costituenti la suddetta barriera.

Il tubo del giunto snodabile dovrà essere rimovibili manualmente.

Gli estremi della barriera saranno ancorati al suolo mediante un tubo cilindrico, metallico, infisso nel terreno, dopo un carotaggio d'opportuna profondità e diametro, eseguito con idonea attrezzatura vibrante o a percussione avendo cura che lo stesso non subisca deformazioni che impediscano l'inserimento del sostegno metallico cui fa da guaina.

Il sostegno dovrà essere rimovibile manualmente.

La barriera dovrà essere collegata mediante appositi elementi alla barriera esistente.

Il collegamento sarà effettuato sul sostegno che funge anche da ancoraggio del terminale.

Anche questo sostegno dovrà essere rimovibile manualmente e gli elementi di collegamento separabili senza l'ausilio d'attrezzature ausiliari (chiavi, ecc.).

Il serraggio dei bulloni che collegano gli elementi mobili potrà avvenire anche con chiave pneumatica purché sia assicurata una coppia finale di almeno 10 kg•m da verificare con chiave dinamometrica su un proporzionato numero di bulloni.

Dalla posizione di chiusura dei varchi la barriera potrà essere spostata per effettuare deviazioni di traffico in entrambe le direzioni di marcia, mediante giunti snodabili e da coppie di ruote poste a scomparsa all'interno del corpo della medesima.

Questo spostamento deve poter essere effettuato manualmente da 2 persone senza l'utilizzo di mezzi ausiliari per il sollevamento e lo spostamento degli elementi.

Ogni by pass dovrà essere dotato di n. 2 cuspidi provvisorie e supplementari, atte ad essere collegate ai due elementi frontali al senso del traffico, da utilizzare in deviazione di carreggiata.

Le cuspidi dovranno essere posizionate presso i varchi dove previste, facilmente rimovibili, trasportabili da 2 persone e rimontabili, mediante giunto snodabile compatibile, sulle testate della barriera aperta.

#### **3.23.2.4 Prove - penali**

Di norma le campionature saranno eseguite con la cadenza descritta di seguito tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti la barriera di protezione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa.

1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e bulloneria.

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme EN UNI 10025.

Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI 3740, mentre la Direzione Lavori provvederà a verificare in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa il serraggio dei dadi con chiave dinamometrica tarata a 10 kg•m.

Le caratteristiche delle unioni saldate saranno controllate in conformità alle Norme previste dal Decreto M.LL.PP. del 14/02/1992.

In particolare sarà effettuato preventivamente un controllo visivo in cantiere da parte dei responsabili della Direzione Lavori, mirato ad individuare eventuali presenze d'anomalie sui cordoni, come porosità, inclusioni o cricche.

In questo caso il materiale dovrà essere sostituito con altro rispondente a quanto richiesto.

Inoltre sarà effettuata una verifica in sito o in laboratorio che prevede il controllo mediante ultrasuoni secondo le Norme UNI 8387/84, oppure un controllo mediante liquidi penetranti secondo le Norme UNI 7679/77.

Sarà eseguito, per le barriere di sicurezza, un prelievo ogni 3.000 metri d'impianto. Per le opere d'arte invece un prelievo pari al 5% sul numero totale delle opere da proteggere. In ogni caso, per ogni tipologia dovrà essere effettuato almeno un prelievo.

Per i varchi amovibili, sarà eseguito un prelievo ogni dieci varchi, con un minimo di uno.

Le campionature relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria saranno inviate presso un laboratorio indicato dalla Direzione Lavori.

Per irregolarità relative alla qualità, spessori e dimensioni dei materiali e quanto altro possa concorrere anche in modo parziale a compromettere la resistenza strutturale degli impianti, l'Impresa sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste.

2) Prove relative alle caratteristiche dei rivestimenti anticorrosivi.

Le caratteristiche del rivestimento di zinco dei profilati a freddo saranno verificate con le prove previste dalle Norme CNR - CEI n. 7-6/VII 1968 descritte di seguito:

- Determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica.
- Determinazione della massa dello strato di zinco.
- Determinazione dello spessore dello strato di zinco.
- Determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco.
- Determinazione della aderenza dello strato di zinco.

Per quanto concerne la rete relativa alle barriere per opere d'arte, essa sarà sottoposta alla prova di sollecitazione corrosiva di 28 cicli in clima variabile d'acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa, secondo le Norme UNI EN ISO 6988 oppure DIN 50018 SFW 1.0S.

I relativi provini saranno depositi nell'apparecchio di "Kesternich" per la durata massima di 28 cicli.

Ogni ciclo avrà la durata di 24 h, suddiviso in due parti: nella prima parte, della durata di 8 h, i campioni saranno sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo; nella seconda parte i campioni saranno tenuti a riposo e sottoposti ad aerazione.

Il materiale sarà ritenuto accettabile qualora al termine della prova della durata di 28 cicli i campioni non abbiano subito alcuna entità d'ossidazione aderente e/o permanente.

Sarà eseguito, per le barriere di sicurezza, un prelievo ogni 3.000 m d'impianto; per le opere d'arte invece un prelievo pari al 5% sul numero totale delle opere da proteggere. In ogni caso, per ogni tipologia dovrà essere effettuato almeno un prelievo.

Le campionature relative alla zincatura dovranno essere inviate, a cura e spese dell'Impresa, al "Laboratorio Autostrade".

Per irregolarità relative alla qualità e spessori della zincatura, l'Impresa sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste. I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

### 3) Penali per irregolarità d'esecuzione

Per quanto concerne il montaggio, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o di parte di essi se questi non dovessero essere stati eseguiti conformemente a quanto indicato nel progetto e nelle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato d'omologazione".

#### **3.23.3 Barriere prefabbricate a profilo New Jersey**

La posa e rimozione di barriere prefabbricate a profilo "New Jersey" del tipo monofilare "provvisorie", occorrenti per deviazioni del traffico e/o delimitazione del cantiere, comprende il carico, trasporto e scarico degli elementi dal deposito al cantiere e viceversa, il montaggio e lo smontaggio delle piastre di collegamento e quant'altro occorre.

Gli elementi prefabbricati "definitivi" in conglomerato cementizio armato a profilo "New Jersey" saranno installati nello spartitraffico centrale e sui cordoli laterali del viadotto.

Nello spartitraffico saranno installati di norma: n. 2 file di elementi di tipo "monofilare-bifacciale" o n. 1 fila di elementi "bifilari-bifacciali", dotati della prescritta omologazione o aventi positivamente superato le prove d'urto secondo le norme UNI EN 1317-1 e 1317-2 o comunque dotati di opportuna giustificazione teorica mediante analisi condotta su modelli numerici di provata affidabilità; detti elementi saranno rinforzati in testa con barra dywidag: altezza 1 m, larghezza alla base 62 cm, lunghezza standard 6,20 m; che saranno poggiati direttamente sul piano stradale collegandoli tra loro con una piastra d'acciaio zincato al piede ed in testa con un manicotto per le barre.

Eventuali elementi di chiusura avranno lunghezze diverse, così come saranno installati di forma diversa in corrispondenza dei varchi di scambio-carreggiata.

Nei cordoli laterali del viadotto saranno posizionati elementi "da viadotto", anch'essi dotati di documentazione giustificativa dell'impiego come nel caso precedente, predisposti d'ancoraggi per il corrimano di tipo strutturale: altezza 1 m, larghezza alla base 50 cm, larghezza in testa 23 cm, lunghezza nominale 3 o 6 m (lunghezza effettiva 2,98 o 5,98 m); che saranno ancorati ai cordoli con tiranti ed in testa muniti di una barra dywidag con manicotto. Eventuali elementi di chiusura potranno avere lunghezze diverse, fermo restando il passo degli ancoraggi alla base.

Nelle zone d'approccio (lato d'approccio riferito al senso di marcia) saranno sistemati elementi New Jersey almeno fino al termine dell'eventuale muro andatore (se allineato al cordolo del viadotto – diversamente saranno posti almeno quattro elementi da 6 m) e comunque secondo quanto previsto negli specifici elaborati di progetto.

Nelle zone in prolungamento dell'opera d'arte stessa saranno posti almeno due elementi da 6 m.

Questi elementi saranno ancorati su cordoli in conglomerato cementizio armato, di norma allineati a quelli del viadotto.

### **3.23.3.1 Caratteristiche tecniche**

Le caratteristiche di resistenza e comportamento previste, sono riferite a manufatti prefabbricati e quindi, per la loro accettazione così come per i controlli di qualità da eseguire, vale quanto precisato dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5.11.1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

La fornitura degli elementi dovrà avvenire da parte di Ditta produttrice di primaria importanza. A tal fine, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, per approvazione, la seguente documentazione delle capacità tecniche del fornitore:

- elenco delle principali forniture effettuate nel corso degli ultimi tre anni, indicando il rispettivo importo, la data e il destinatario;
- descrizione dell'attrezzatura tecnica.

Indipendentemente dall'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

L'Impresa è obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli istituti indicati dalla Direzione Lavori, nonché per i corrispondenti esami e prove.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore Lavori e dell'Impresa, e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

### **3.23.3.2 Materiali**

#### ***Conglomerato cementizio***

Dovrà essere del tipo I, quindi rispondere alle specifiche tecniche riportate nelle presenti Norme. La resistenza caratteristica specifica del conglomerato cementizio ( $R_{ck}$ ), sarà  $> 45$  MPa ed il copriferro non inferiore a 2 cm.

Qualora sia richiesta la fornitura di barriere New Jersey realizzate in conglomerato cementizio leggero strutturale si dovranno seguire, per il confezionamento del suddetto conglomerato, i medesimi principi di quello ordinario, utilizzando argilla espansa strutturale tipo T6, con resistenza del granulo allo schiacciamento non inferiore a  $70 \text{ kg/cm}^2$  (UNI 7549-VII); il conglomerato cementizio leggero dovrà avere una resistenza caratteristica  $R_{ck} > 40$  MPa ed una massa volumica non superiore a quanto riportato negli elaborati progettuali. Tutti i materiali necessari per il suo confezionamento dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti vigenti in materia.

#### ***Acciaio***

L'armatura del conglomerato cementizio sarà in acciaio tipo Fe B 44k e barre a filettatura continua tipo "dywidag".

Le piastre d'ancoraggio saranno in lamiera d'acciaio, zincata a caldo dopo lavorazione a norma ASTM A 123, protetta su ciascuna faccia da uno strato di zincatura non inferiore a  $43 \mu\text{m}$  pari a  $300 \text{ g/m}^2$ .

Sarà zincata anche la bulloneria di collegamento e serraggio.

Il manicotto di collegamento delle barre dywidag sarà realizzato in acciaio PR8035MnPb10 a norma UNI 10233/3-93; dovrà essere a forma esagonale e composto di due pezzi collegati tramite un filetto maschio sinistrorso.

Il manicotto dovrà essere protetto con processo di teflatura di spessore minimo 30 µm in tutte le sue parti (compresa la filettatura).

### **3.23.3.3 Posa in opera**

Le modalità di posa in opera saranno concordate con la Direzione Lavori, alla quale l'Impresa sottoporà il progetto operativo.

#### ***Barriera spartitraffico***

Gli elementi costituenti la barriera "monofilare" o "bifilare" situata nello spartitraffico, saranno posti direttamente sul piano viabile curando l'allineamento planimetrico ed altimetrico, utilizzando per questo dei compensatori di quota con zeppe o quadrotti in policloroprene a durezza elevata.

Successivamente si procederà al collegamento degli elementi con le piastre zincate, alla base, ed in testa con manicotto in acciaio per dare continuità alle barre dywidag.

Il manicotto sarà protetto con lubrificante ad alta stabilità termica (perdita di peso < 3% con riscaldamento a 473 K per 4 h) e ricoperto con guaina elastica di polipropilene trattato UV/CP (contro i raggi ultravioletti e gli agenti atmosferici) di colore grigio (RAL n. 7032) arrotolato sulla zona per proteggere il tutto, dotato d'ideale sistema di chiusura, e tale da sembrare un tubo.

All'interno del manicotto si dovrà porre un bloccante anaerobico costituito da una resina di poliacrildiesteri.

Al termine della posa in opera, le facce esterne (n. 1 per carreggiata) e quelle superiori delle n. 2 file di elementi "new-jersey", dovranno essere pitturate con vernice di colorazione e secondo forme previste negli elaborati di progetto o definiti dalla Direzione Lavori. Il ciclo di verniciatura impiegato dovrà essere idoneo a garantire una perfetta aderenza al supporto, anche sottoposto ai cicli gelo-disgelo, nonché la sua impermeabilità.

#### ***Barriera laterale parapetto***

La posa degli elementi "da viadotto" costituenti la barriera laterale parapetto sarà indicativamente la seguente, iniziando i lavori dalla fine del viadotto rispetto alla direzione del traffico:

- predisposizione nel cordolo dei fori, avendo cura che il loro centro sia, dal bordo interno del cordolo (camera d'espansione), alle distanze prefissate;
- posizionamento longitudinale sul cordolo di due strisce di gomma espansa EPDM (Etilene Propilene Diene) a cellule chiuse tipo E75-2 di colore nero, come guarnizioni di tenuta all'acqua; lungo il lato interno, la striscia dovrà avere fori predisposti in corrispondenza delle camere d'espansione;
- posizionamento della barriera New Jersey con opportuni spessoramenti compensatori di quota con zeppa o quadrotti: in policloroprene a durezza elevata, al fine di aver un buon allineamento dei parapetti;
- collegamento degli elementi New Jersey tra di loro serrando il manicotto con le barre dywidag longitudinali. A tal fine l'Impresa dovrà colorare gli ultimi 7 cm della barra dywidag lato femmina con vernice rossa per consentire, in qualsiasi momento, il controllo del montaggio. Le misure potranno avere una tolleranza di  $\pm 1$  cm.
- perforazione, attraverso le scatole al piede della barriera, di un foro con corona diamantata delle caratteristiche come da progetto;
- realizzazione del sottosquadro (camera conica che consente l'espansione delle alette del tirante) con lo strumento alesatore applicato alla carotatrice; l'esecuzione corretta della alesatura terminerà quando la boccola andrà a contatto con la rondella del fermo. L'ampiezza del

sottosquadro, misurabile con idoneo strumento a "compasso", dovrà essere come da indicazioni progettuali;

- posizionamento della guarnizione di tenuta all'acqua, in materiale di gomma espansa EPDM E75-2 a cellule chiuse di colore nero, tonda e con foro per il passaggio del tirante, attaccandola in corrispondenza del foro d'ancoraggio dei tiranti; detta guarnizione sarà pressata dalla rondella del tirante;
- l'introduzione del tirante, verificando che i segmenti per l'ancoraggio siano appoggiati al sottosquadro;
- spruzzo sulla testa del tirante di uno spray lubrificante a base di Bisolfuro Molibdeno per ridurre gli attriti del bullone;
- serraggio del dado con chiave dinamometrica, applicando un momento torcente pari a 180 Nm per garantire l'espansione; oppure, tramite apposito martinetto, procedere all'espansione del tirante quindi serrare il dado;
- bloccaggio del dado con un ulteriore dado autobloccante zincato a caldo di classe 8 provvisto internamente d'anello in plastica;
- chiusura della tasca, situata alla base della barriera New Jersey, con apposito tappo in polipropilene con copolimeri di colore grigio (RAL n.7032) resistente ai raggi ultravioletti e incollato con idoneo adesivo;
- installazione del montante e del corrimano strutturale, posizionando i manicotti di collegamento dopo il montante, rispetto al senso di marcia;
- protezione del manicotto realizzata con lubrificante ad alta stabilità termica (perdita di peso < 3% con riscaldamento a 473 K per 4 h) e ricopertura con guaina elastica di polipropilene trattato UV/CP (contro i raggi ultravioletti e gli agenti atmosferici) di colore grigio (RAL n. 7032) arrotolato sulla zona per proteggere il tutto. Esso sarà dotato d'idoneo sistema di chiusura in modo da sembrare un tubo, delle dimensioni come da progetto. All'interno del manicotto si dovrà porre un bloccante anaerobico costituito da una resina di poliaccrildiesteri.

#### ***Posa in corrispondenza dei giunti di dilatazione***

In corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'impalcato, gli elementi di barriera prossimi al giunto non dovranno essere accostati ma distanziati di 8 cm per consentire le dilatazioni dell'impalcato.

Di conseguenza i collegamenti tra i due elementi saranno realizzati con pezzi speciali che, pur mantenendo le stesse resistenze di quelli correnti, permetteranno spostamenti relativi tra le due barriere collegate:

- le due barre dywidag saranno collegate tramite un manicotto speciale e con due dadi di serraggio;
- alla base degli elementi N.J. si porranno due piastrine di collegamento, di cui una asolata e l'altra provvista di bullone, libera di scorrere relativamente all'altra.

Questi accorgimenti saranno applicati anche nella barriera con elementi monofilari sullo spartitraffico dell'opera d'arte.

Nelle barriere parapetto, inoltre, sarà ammessa la sovrapposizione di parte dell'elemento prefabbricato sul cordolo della campata successiva, con la sola aggiunta dei particolari elementi di collegamento, come appresso specificato.

Nel caso di semplice accostamento dei parapetti (per lunghezze d'impalcato fino a 80 m) la parte del prefabbricato "a sbalzo" sulla campata successiva, dovrà essere appoggiata su un doppio strato di neoprene da 3 mm con interposta una lamina di Teflon di spessore 0,5 mm avente funzione di strato lubrificante anti attrito.

L'alternanza d'elementi da 3 e 6 m nel posizionamento dovrà tener conto quindi della presenza dei giunti di dilatazione sul cordolo, in corrispondenza dei quali non sarà possibile effettuare il foro per l'ancoraggio.

Indicativamente i fori dovranno essere effettuati ad una distanza tra giunto e asse foro non inferiore a 25 cm. A tal fine dovranno essere combinati insieme gli elementi da 6 e 3 m con la possibilità, nella zona di giunto, di avere un elemento a sbalzo sulla campata contigua, rinunciando al massimo ad un ancoraggio di base.

Per lunghezze d'impalcato superiori agli 80 m, si dovrà prevedere un dispositivo, in acciaio zincato, di copertura del vuoto della zona di giunto, sovrapposto ai parapetti in calcestruzzo e con il loro stesso profilo New Jersey.

Detti coprigiunti metallici, opportunamente dimensionati, potranno anche essere usati per chiudere "vuoti" fino ad un massimo di 1,0 m.

#### **Verifiche**

La Direzione dei Lavori dovrà:

- a) prima del montaggio delle barriere, verificare che la lunghezza degli spezzoni dywidag per il serraggio dei montanti del mancorrente sia di almeno 9 cm, in modo da consentire il completo serraggio dai dadi dywidag da 7 cm. In caso di non rispondenza, l'elemento di barriera non sarà installato e dovrà essere allontanato immediatamente dal cantiere a cura e spese dell'Impresa;
- b) al termine del montaggio delle barriere, verificare il serraggio dei tiranti con chiave dinamometrica a 180 Nm, per accertare che l'esecuzione del sottosquadro sia stata fatta correttamente.

Se al momento del serraggio sarà riscontrato un cedimento dell'ancoraggio con eventuale fuoriuscita dello stesso, l'Impresa procederà al suo ripristino.

#### **3.23.3.4 Corrimano metallico strutturale**

Il corrimano strutturale posto sui parapetti laterali del ponte avrà funzioni di barriera al ribaltamento dei mezzi pesanti. Sarà realizzato in acciaio Fe 510B (calmato all'alluminio con almeno lo 0,02%) avente una percentuale di silicio compresa tra lo 0,15% e lo 0,25%, per essere idoneo alla successiva zincatura a caldo.

Il corrimano è costituito essenzialmente da:

- montante a doppio T di caratteristiche come da indicazioni progettuali, opportunamente sagomato, munito di piastra di base ed in testa d'anello, il montante sarà collegato alla barriera N.J. tramite dadi;
- elementi di tubo in acciaio senza saldatura per costruzioni meccaniche, con fori alle estremità; collegati con manicotto ricavato da tubo senza saldatura per costruzioni meccaniche, completo di due bulloni, con doppia foratura (4 fori);
- elemento terminale curvo, sia destro che sinistro, costituito da un tubo in acciaio senza saldature per costruzioni meccaniche, opportunamente sagomato, con piastra saldata per ancoraggio.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione saranno installati manicotti speciali costituiti da tubo in acciaio senza saldatura per costruzioni meccaniche; completo di due fori, d'asole e di due bulloni con dadi.

Nei giunti di dilatazione per grandi escursioni, per i quali è prevista l'installazione di coprigiunti metallici, potrà essere necessario un montante aggiuntivo con tubi corrimano d'idonea lunghezza.

Il materiale dovrà provenire dalla produzione di Ditte di primaria importanza. Pertanto l'Impresa consegnerà alla Direzione dei Lavori una certificazione, rilasciata dal produttore dell'acciaio, attestante l'analisi chimica dell'acciaio e i risultati delle prove meccaniche per lotto di campioni; inoltre su ogni tubo di corrimano dovrà essere presente la marcatura a punzone del fabbricante.

### **3.23.3.5 Resistenze strutturali e protezione dei materiali**

Il corrimano strutturale dovrà rispondere alle resistenze da verificarsi con le seguenti prove e modalità:

#### **a) Montante:**

Il montante metallico incastrato alla base dovrà resistere ad una forza di 12 t applicata, su una striscia lunga 35 cm in corrispondenza dell'asse del montante (a 45 cm dal piano superiore del parapetto in calcestruzzo).

Interasse dei montanti 3 m.

#### **b) Corrimano:**

Il tubo corrimano metallico appoggiato agli estremi con un interasse di 3 m dovrà resistere ad una forza 11,5 t applicata nella mezzeria su una striscia larga 35 cm (considerando il collegamento con il successivo elemento di corrente).

Freccia massima ammissibile al centro di 3 cm.

#### **c) Zincatura a caldo:**

Tutti gli elementi costituenti il corrimano e suoi accessori dovranno essere zincati a caldo, a lavorazione ultimata, secondo le norme ASTM A 123.

Lo zinco per il bagno dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74. La quantità minima di zinco su ogni superficie di 300 g/m<sup>2</sup>, pari cioè ad uno spessore di 43 µm.

### **3.23.3.6 Posa in opera**

Il corrimano strutturale andrà fissato alla barriera tipo New Jersey mediante bloccaggio alla piastra già predisposta, secondo gli schemi riportati nei disegni di progetto.

In particolare si dovrà aver cura che i manicotti di collegamento del corrimano siano posti dopo il montante, rispetto al senso di marcia.

I montanti e le piastre degli elementi terminali curvi saranno collegati ai ferri fuoriuscenti dagli elementi N. J. con bulloni, resistenza HV 10.9.

### **3.23.3.7 Prove sui materiali**

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove analitiche previste dalla norma UNI 7806, fatta eccezione per la percentuale di alluminio che deve essere almeno pari allo 0,02% e del silicio che deve essere compresa tra lo 0,15% e lo 0,25%.

Per le verifiche di esecuzione e il controllo di spessori, tolleranze dimensionali, caratteristiche meccaniche e masse, si farà riferimento alla Norma UNI 7729 salvo per quanto riguarda la tolleranza massima sugli spessori che deve essere del  $\pm 5\%$ ; le verifiche saranno fatte misurando i materiali in più punti e saranno ritenute positive se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI 3740.

Le caratteristiche del rivestimento a caldo di zinco dei tubi in acciaio sarà verificata secondo le seguenti prove:

- determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica;
- determinazione della massa dello strato di zinco (Norme UNI 5741);
- determinazione dello spessore dello strato di zinco (Norme UNI 5741);
- determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco (Norme UNI 5743).

Indipendentemente dalla certificazione rilasciata dal Produttore, la Direzione Lavori potrà prelevare in qualsiasi momento campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli ad analisi e prove, tutte le volte che lo riterrà opportuno, presso Laboratori Ufficiali allo scopo di rendere soddisfatte tutte le prescrizioni richiamate nelle presenti Norme.

I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle parti ed esclusivamente ad essi si farà riferimento a tutti gli effetti dell'appalto.

Le prove saranno eseguite su una serie di campioni prelevati dal materiale fornito, in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa.

Qualora le prove eseguite su questa prima serie di campioni dessero risultati negativi, esse saranno ripetute su altre due serie e soltanto se tutte e due queste ultime avranno dato esito positivo il materiale sarà ritenuto idoneo, in caso contrario la partita dovrà essere sostituita a cura e spese dell'Impresa.

#### **3.23.4 Barriere in acciaio a profilo New Jersey**

##### **3.23.4.1 Materiali**

Le lamiere componenti la barriera saranno in acciaio del tipo Fe 430B a Norma UNI 7070.

I bulloni per i mutui collegamenti tra barriere dovranno essere in acciaio 8.8 a Norma UNI 3740; i tubi del corrimano saranno collegati tra loro con manicotti tramite 2 bulloni M24 classe HV 10.9 a Norma UNI 5737 e 5712.

Il corrimano sarà realizzato con un tubo di acciaio Fe 510D, elettrosaldato ERW scordonato secondo Norma UNI 7091, di lunghezza 2940 o 5940 mm, diametro esterno 139.7 mm e spessore 12,5 mm.

##### **3.23.4.2 Zincatura**

Sulle lamiere componenti la barriera e sul tubo corrimano si dovrà eseguire un processo di zincatura a caldo a Norma UNI 5744, per ottenere uno spessore di zinco di almeno 60  $\mu\text{m}$  e un tasso superficiale di 450  $\text{g}/\text{m}^2$ .

##### **3.23.4.3 Verniciatura protettiva**

La verniciatura protettiva delle superfici metalliche della barriera dovrà essere eseguita in stabilimento di produzione, previa pulizia della superficie con acqua e detergente esente da lanolina, con vernice monocomponente ad alto spessore tipo ICOSIT 5530 SIKA, contenente cariche inerti, pigmenti ed a base di una combinazione di PVC e resine acriliche con solventi, tale da essere una vernice tixotropica che mantiene lo spessore anche in corrispondenza degli spigoli; dovrà avere un'ottima resistenza all'aggressività chimica, in atmosfere industriali con piogge acide o basiche ed agli effetti dei raggi UV.

Tale prodotto dovrà essere applicato in due mani ad airless sulle superfici a vista della barriera (con esclusione del tubo corrimano e relativo manicotto di collegamento) per una quantità di 400-420  $\text{g}/\text{m}^2$  per avere a secco uno spessore di almeno 100  $\mu\text{m}$ .

Il colore da ottenere è il grigio RAL n. 7032.

Relativamente a detta verniciatura protettiva, è essenziale per il buon esito della fornitura che la protezione della lamiera abbia comunque una resistenza alla corrosione in nebbia salina, misurata secondo la Norma ASTM 8117, di almeno 1000 h (dopo 1000 h l'arrugginimento o la bollatura lungo l'incisione prevista non devono penetrare per più di 2 mm, con esclusione di qualsiasi altra alterazione visiva o di aderenza).

Tale requisito dovrà essere comprovato dalla Ditta fornitrice con la certificazione di prove, eseguite da un laboratorio ufficiale, su tre provini di lamiera di spessore 4 mm zincati a caldo e quindi protetti come sopra descritto; sulla certificazione dovrà comparire, oltre all'esito della prova, anche lo spessore dello strato protettivo.

La certificazione dovrà essere pronta e presentata (insieme ai tre campioni oggetto degli esami) in occasione del successivo collaudo dove si controllerà la conformità degli spessori della verniciatura sulle barriere collaudate con quelli certificati.

Resta salva la facoltà da parte della Direzione Lavori di prelevare altri provini da sottoporre ad eventuali ulteriori prove.

### 3.23.4.4 Collaudo delle barriere

All'approntamento delle barriere presso lo stabilimento di produzione e per quantitativi minimi non inferiori ad un terzo dell'intera fornitura o pari alla fornitura richiesta in cantiere di posa dalla Direzione Lavori, sarà cura della Ditta fornitrice contattare la Direzione Lavori per richiedere il collaudo degli elementi approntati prima della posa in opera.

Il collaudo sarà effettuato a campione scegliendo a caso tre elementi di barriera ogni 200 approntati (per lotti inferiori si collauderanno comunque tre elementi) e sugli stessi sarà verificata l'osservanza delle prescrizioni tecniche previste ed in particolare il rispetto dei sei standard di qualità sotto riportati, per i quali si convengono due livelli di tolleranza come da tabella:

<b>TABELLA "STANDARD" E RELATIVE TOLLERANZE</b>		
	<b>"STANDARD" SPESSORE RICHIESTO</b>	<b>LIVELLO DI TOLLERANZA ACCETTABILE</b>
Spessore lamiera ( $\leq 4$ mm)	valore nominale	0.10 mm
Spessore lamiera (da 6 a 8 mm)	valore nominale	0.15 mm
Spessore lamiera ( $> 8$ mm)	valore nominale	0.25 mm
Spessore zinco su barriera	min. 60 $\mu\text{m}$	0 $\mu\text{m}$
Spess. zinco su tubo mancorrente	min. 60 $\mu\text{m}$	0 $\mu\text{m}$
Spessore verniciatura su superfici a vista (mantello)	min. 100 $\mu\text{m}$	0 $\mu\text{m}$

Nel caso in cui anche uno solo dei tre elementi di barriera superi alla verifica il livello di tolleranza (per uno o più Standards), il lotto sarà rifiutato.

In ogni caso sia il riscontro di difettosità superficiali della verniciatura, che la presenza di ondulazioni o irregolarità della superficie a vista della barriera, renderanno inaccettabile il lotto.

A collaudo positivo sarà rilasciato dalla Direzione Lavori un "Verbale di approntamento e collaudo" con la certificazione delle quantità di barriere approntate e le risultanze delle verifiche effettuate. Le barriere collaudate con esito positivo saranno quindi consegnate in cantiere per la posa in opera, che avverrà in analogia a quanto descritto, nelle presenti Norme Tecniche, per le barriere in conglomerato cementizio.

### 3.24 Recinzioni metalliche

#### 3.24.1 Caratteristiche delle opere

Le recinzioni si distinguono in funzione della loro destinazione e posizione, nelle tipologie seguenti:

##### **a) Recinzione laterale tipo R.1.A alta 1,22 m con rete a maglie elettrosaldate**

È la recinzione normalmente usata per i bordi laterali del corpo autostradale ed è costituita da una rete metallica in filo di acciaio, a maglie differenziate dell'altezza di 119,4 cm, sorretta da montanti costituiti da paletti di acciaio di sezione ad U, dell'altezza di 122 cm dal piano di campagna, posti mediamente ad interasse di 2.00 m.

Detta rete dovrà essere elettrosaldata, zincata e quando previsto, rivestita con una pellicola in PVC di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).

Ogni 30 m circa ed in corrispondenza di piccole deviazioni del tracciato, sarà posto un montante di controvento dotato di una saetta di sezione ad U, unita ad esso a mezzo di bulloncini zincati del tipo TDE M 8x25, completi di dado e rondella.

Ogni 100 m circa e nel caso di rilevanti variazioni angolari del tracciato, saranno posizionati montanti di caposaldo, uguali ai precedenti ma dotati di due saette, collegate al sostegno come sopra.

Ai suddetti montanti saranno fissati tre ordini di filo di irrigidimento in acciaio zincato e, se previsto, plasticato di color verde; a questi sarà fermata la rete mediante legature ogni 50 cm in modo che questa aderisca perfettamente e si presenti uniformemente tesa, senza ondulazioni o bombature.

I fili di tensione saranno legati ad ogni montante e tesi da tenditori ad occhiello in acciaio zincato o quando previsto, del tipo a molla e sfera di acciaio in monoblocco di zinco pressofuso, applicati ad ogni caposaldo.

Ogni 100 m di recinzione saranno apposte targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso".

##### **b) Recinzione laterale tipo R.1.B. alta 2,12 m con rete a maglie elettrosaldate**

È la recinzione normalmente usata per le stazioni - posti di manutenzione - parcheggi - depositi della Società - aree di servizio - sullo spartitraffico adiacente le aree di servizio, nella zona compresa tra gli scambi di carreggiata nei casi in cui il corpo stradale si trovi in prossimità di insediamenti residenziali, industriali o di viabilità ordinaria.

Sarà costituita da una rete delle medesime caratteristiche della precedente, a maglie differenziate, rivestita quando previsto, con una pellicola in PVC di color verde R.A.L. 6005, ma di altezza di 180,3 cm e sormontata da due ordini di corda spinosa, sovrapposti di 14,5 cm; la corda sarà composta da due fili di acciaio zincato con triboli a quattro punte distanziati fra loro di 10 cm e, quando previsto, plasticata di colore verde.

I montanti intermedi, di controvento e di caposaldo avranno altezza di 212 cm dal piano di campagna e saranno disposti come descritto per la rete del tipo R.1.A., uno o due saette completeranno il sistema di sostegno della recinzione.

La rete sarà fissata a quattro ordini di filo di irrigidimento e montata con le stesse modalità della precedente avendo cura di darla in opera perfettamente fissata e tesata.

Tutti gli altri componenti la recinzione: legatura, targhette, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno caratteristiche uguali a quelle descritte per la recinzione di tipo R.1.A.

### 3.24.2 *Qualità dei materiali - Prove*

#### 3.24.2.1 a) *Qualità dei materiali*

##### 1) Caratteristiche dell'acciaio.

I montanti e le saette impiegati per le recinzioni dovranno essere esenti da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra per spessori e finiture; dovrà essere della qualità UNI EN 10025 - S235 JR (ex Fe 360 B UNI 7070).

L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici, dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303 : 1994 - Classe 1.

La rete, i fili di tensione e la corda spinosa saranno realizzati in acciaio crudo UNI 3598/54, con resistenza minima unitaria di rottura di 45 kg/mm<sup>2</sup>, mentre i fili di legatura, in acciaio dolce, sempre del tipo UNI 3598/54, ad eccezione dei fili longitudinali della rete a maglie annodate, che dovranno avere una resistenza minima unitaria di rottura di 110 kg/mm<sup>2</sup>.

##### 2) Tolleranze dimensionali.

Nella costruzione dei profilati di acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e le tolleranze previste dalle norme UNI 7344/85. Per le tolleranze degli spessori dei profilati e della rete, sarà accettata una tolleranza massima di  $\pm 0,05$  mm.

##### 3) Zincatura delle reti, fili, corde spinose.

La rete, i fili e la corda spinosa saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante), delle Norme UNI 7245/73. In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 g/m<sup>2</sup>.

Il rivestimento protettivo della rete dei fili e della corda spinosa delle recinzioni sarà costituito da zinco di qualità Zn 99,95 UNI 2013/748 oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio. In questo caso, la percentuale di alluminio presente nella lega, non dovrà superare il 5%.

##### 4) Zincatura dei sostegni e delle saette tradizionali ad U.

Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo, il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti, secondo le norme CNR-CEI n.7-6/ VII 1968. Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 350 g/m<sup>2</sup>. Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

##### 5) Zincatura dei sostegni e delle saette tubolari a sezione circolare.

Il rivestimento delle superfici sia interne che esterne dei tubolari a sezione circolare sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo o con processo sendzimir; dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti, secondo le norme CNR-CEI n7-6/VII 1968.

Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 140 g/m<sup>2</sup>. Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

Questi tipi di componenti saranno successivamente rivestiti con poliestere.

##### 6) Zincatura dei pannelli e pali.

Il rivestimento delle superfici, sia interne che esterne, dei profilati formati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo; dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti secondo le norme UNI 5744/66. Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 40 g/m<sup>2</sup> per i pannelli e di 130 g/m<sup>2</sup> per i pali. Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

Questi tipi di componenti saranno successivamente rivestiti con poliestere.

##### 7) Fosfatazione.

I pannelli ed i pali per la recinzione di tipo R.4.B dovranno subire un processo di fosfatazione ai sali di zinco.

##### 8) Rivestimento di protezione.

I pali e gli accessori della recinzione di tipo R.4.B e dei montanti a sezione circolare della recinzione di tipo R.3, saranno ricoperti con un film di poliestere dello spessore di 60 µm mentre i pannelli con un film dello spessore di 100 µm, di colore verde RAL 6005; le reti elettrosaldate saranno invece, quando previsto, ricoperte da un film in PVC dello stesso colore. Tali films dovranno essere perfettamente aderenti ad essi, resistenti all'azione da parte dei raggi ultravioletti ed infrarossi, alle variazioni di temperatura, essere non infiammabile e stabile nei colori.

La corda spinosa e i fili saranno zincati e rivestiti analogamente.

#### **3.24.2.2 b) Prove sui materiali**

1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e della bulloneria.

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme UNI EN 10025.

Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

2) Prove di corrosione.

La rete, i fili e la corda spinosa saranno sottoposti alla prova di sollecitazione corrosiva, di 28 cicli per la rete tradizionale o di 20 cicli per la rete relativa alla recinzione di tipo R.4.B, in clima variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa, secondo le Norme UNI EN ISO 6988 oppure DIN 50018 SFW 1.0S (un litro di SO<sub>2</sub> per un volume totale della camera di 300 litri).

I relativi provini saranno depositi nell'apparecchio di "Kesternich" per la durata massima dei 28 o 20 cicli previsti.

Ogni ciclo avrà la durata di 24 h, suddiviso in due parti: nella prima parte, della durata di 8 h, i campioni saranno sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo composto da H<sub>2</sub>O + SO<sub>2</sub>; nella seconda parte i campioni saranno tenuti a riposo mediante aerazione degli stessi.

Il materiale sarà ritenuto accettabile qualora al termine della prova della durata dei cicli richiesti, i campioni non abbiano subito alcuna entità di ossidazione aderente e/o permanente.

La rete zincata rivestita con film in PVC sarà sottoposta alla prova di sollecitazione corrosiva, precedentemente descritta, dopo aver asportato chimicamente la pellicola di PVC.

Gli eventuali films di PVC di rivestimento della rete dovranno rispondere inoltre ai seguenti requisiti senza che al termine delle prove subiscano alcuna alterazione:

- Resistenza all'invecchiamento ponendo i campioni in forno a ventilazione forzata, alla temperatura di 80° ± 2° C per 6 h secondo le Norme DIN 16938.
- Stabilità dei colori esponendo i campioni ad una sorgente luminosa UV di 2000 W per 24 h.
- Ciclaggio termico, ponendo i campioni a sbalzi di temperatura di ±20 °C alternati in maniera rapida ogni ora.

Relativamente ai sostegni e alle saette tradizionali zincati con sezione ad U, le caratteristiche del rivestimento di zinco saranno verificate con le prove previste dalle Norme CNR - CEI n. 7-6/VII 1968 descritte di seguito:

- Determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica.
- Determinazione della massa dello strato di zinco (concordante con le Norme UNI 5741-5742/66).
- Determinazione dello spessore dello strato di zinco (concordante con le Norme UNI 5741-5742/66).
- Determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco (concordante con le Norme UNI 5743/66).
- Determinazione della aderenza dello strato di zinco.

Relativamente ai montanti e alle saette tubolari a sezione circolare zincate e rivestite in poliestere, dovranno essere sottoposti alla prova di sollecitazione corrosiva di 20 cicli in clima

variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa secondo le norme UNI EN ISO 6988 oppure DIN 50018 SFW 1,0 S.

I relativi provini saranno deposti nell'apparecchio di "Kesternich" dopo l'esecuzione di un intaglio sulla pellicola di poliestere parallelo all'asse del sostegno per la durata massima di 20 cicli e testati come previsto per la rete.

La pellicola di poliestere di rivestimento dovrà rispondere ai seguenti requisiti, senza che al termine dei quali subisca alcuna alterazione:

- Prova alla nebbia salina secondo le Norme ASTM-B 117 resistenza fino a 1000 h.
- Prova di aderenza della pellicola di poliestere (PE) secondo le Norme DIN 53151 (GT=G).
- Prova di resistenza alla luce con lampade XE-NON 6000 W, nessuna alterazione dopo 2000 h.

Relativamente a tutti gli altri accessori, dovranno essere verificati con le norme e i criteri dei relativi settori di appartenenza e comunque nel rispetto delle norme già descritte.

### **3.24.3 Accettazione dei materiali**

I materiali da impiegare nelle lavorazioni dovranno essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione.

I materiali dovranno essere forniti da Produttori certificati secondo la UNI EN ISO 9002/94 in conformità a quanto previsto dalla Circolare del Ministero dei lavori Pubblici del 30/05/96 n.125 e successive modificazioni.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dalla qualità dei materiali stessi.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati circa le attestazioni e la regolarità delle lavorazioni.

La qualità dei materiali sarà verificata tutte le volte che questa lo riterrà opportuno.

Di norma le campionature saranno eseguite con la cadenza descritta di seguito, tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti della recinzione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa:

1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio:

- un prelievo per ogni 5.000 m di impianto e comunque una prova per ogni partita pervenuta in cantiere.

2) Prove relative alle caratteristiche anticorrosive:

- un prelievo per ogni 3.000 m di impianto e comunque una prova per ogni partita pervenuta in cantiere.

Le campionature relative alla zincatura dovranno essere inviate dalla Direzione dei Lavori al "Laboratorio Autostrade" (Centro rilevamento dati e prove sui materiali), per essere sottoposte alle analisi di controllo a cura e spese dell'Impresa.

Le campionature relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria saranno invece inviate dalla Direzione dei Lavori presso un laboratorio qualificato a scelta della stessa Direzione Lavori.

I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle parti e ad essi si farà riferimento a tutti gli effetti.

Qualora le prove eseguite su una serie di campioni risultasse fuori norma, esse saranno ripetute su ulteriori due serie e soltanto se i risultati di queste ultime avranno dato esito positivo il materiale sarà ritenuto idoneo; in caso contrario saranno applicate le penali di seguito elencate. Tutte le spese inerenti le prove, oltre il prelievo dei materiali, la preparazione dei campioni, l'invio al laboratorio di prova, saranno a carico dell'Impresa.

Per quanto concerne il montaggio, la corretta e regolare esecuzione dei lavori sarà accertata dalla stessa Direzione Lavori che potrà richiedere anche la demolizione dell'opera in caso di grave negligenza.

#### **3.24.4 Modalità d'esecuzione**

I lavori di posa in opera della recinzione si svolgeranno ai lati del corpo autostradale e delle sue pertinenze, lungo un tracciato che di norma seguirà il limite della proprietà autostradale, salvo disposizioni diverse.

L'Impresa dovrà predisporre per una fascia larga 1.00 m circa e per le tratte previste dal progetto, il taglio della vegetazione sia erbacea che arbustiva di qualsiasi specie e forma, comprese le piante di alto fusto, lo spianamento e la sistemazione del piano di posa della recinzione.

I materiali rimossi dovranno essere di volta in volta allontanati dalle pertinenze autostradali a meno che la Direzione Lavori non disponga il loro reimpiego in sito.

I montanti, come le saette, dovranno essere ancorati al terreno con blocchetti di calcestruzzo o con cordoli di cemento armato, dimensionati fino a resistere senza visibile cedimento ad una spinta orizzontale di 60 kg, applicata sul paletto all'altezza di 1,00 m da terra mentre in caso di terreni rocciosi, strutture in calcestruzzo o pavimentazioni, saranno ancorati in fori di dimensioni adeguate, eseguiti preventivamente e successivamente riempiti di conglomerato cementizio reoplastico.

Al piede della rete e fino a coprire la prima maglia in basso, sarà eseguito un ricalzo con terra o altro materiale analogo.

In corrispondenza di fossi o tombini saranno riportati pezzi di rete verticali od orizzontali sistemati e fissati a chiusura del cavo del fosso o dell'imbocco del tombino; nel caso che la recinzione termini o inizi contro o sopra un muro di sostegno, la rete dovrà essere prolungata e fissata al muro mediante chiodi sparati in modo da impedire il passaggio o lo scavalco dello stesso. Nel caso di sostituzione di tratti di recinzione obsoleta, è fatto obbligo che i lavori di posa in opera della nuova recinzione seguano immediatamente quelli di rimozione affinché non rimangano tratti non protetti o comunque varchi o passaggi aperti.

L'eventuale rimozione dei sostegni potrà avvenire ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori, sia mediante il taglio alla base degli stessi, sia mediante la rottura in sito o l'asportazione dei blocchetti o dei cordoli di fondazione. La misurazione della fornitura in opera o della rimozione delle varie tipologie di recinzione sarà eseguita per tratte continue comprese fra le due estremità e sarà valutata per il suo sviluppo in opera senza tener conto di eventuali sovrapposizioni.

### 3.24.5 Penali

Qualora le caratteristiche e la qualità dei materiali, non dovessero corrispondere ai limiti in precedenza indicati, la partita sarà ritenuta in penale e la Direzione Lavori procederà alla loro applicazione nel modo di seguito descritto:

1) Per irregolarità relative alla qualità dell'acciaio, spessori e dimensioni dei materiali e quanto altro possa concorrere anche in modo parziale a compromettere la resistenza strutturale degli impianti:

in questo caso l'Impresa sarà tenuta a sostituire a sue spese i materiali in difetto con altri che rispondano alle caratteristiche richieste.

I materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

2) Per irregolarità relative alle caratteristiche delle protezioni anticorrosive dei materiali metallici od altro, che comunque non concorrano a compromettere la resistenza degli impianti:

in questo caso si procederà all'applicazione di una sanzione pari a quelle indicate nella tabella seguente:

<b>PENALI RELATIVE ALLE ZINCATURE</b>	
<b>Variazione percentuale di quantità o qualità anticorrosiva in meno, rispetto al richiesto</b>	<b>Sanzione percentuale da applicarsi sul prezzo/i relativo all'opera non a norma</b>
Fino al 10% in meno	10%
Dal 10% al 20% in meno	15%
Oltre il 20% in meno	Sostituzione dei materiali in difetto

3) Per irregolarità relative alle modalità di esecuzione:

in questo caso l'Impresa è tenuta a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o a parte di essi se questi non fossero stati eseguiti secondo le indicazioni progettuali o della Direzione Lavori.

## **4. PARTE III – NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI**

### **4.1 Norme generali**

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, numerici o a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

I lavori a misura saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se, dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati, dovessero risultare spessori, lunghezze, larghezze, superfici e cubature effettivamente superiori.

Soltanto nel caso in cui la Direzione Lavori abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni, se ne terrà conto nella contabilizzazione.

Per la quota delle lavorazioni affidate a corpo, le corrispondenti misurazioni saranno utilizzate per verificare la rispondenza delle opere eseguite a quelle progettate e la loro liquidazione sarà effettuata a percentuale d'avanzamento d'opere compiute secondo lo schema prestabilito contrattualmente.

Nel caso, invece, che dalle misure di controllo risultassero dimensioni minori rispetto a quelle indicate in progetto o prescritte dalla Direzione Lavori, sarà in facoltà insindacabile della Direzione Lavori ordinare la demolizione delle opere e la loro ricostruzione a cura ed a spese dell'Impresa; soltanto se le minori dimensioni, sentito il Progettista, risultassero compatibili con la funzionalità e la stabilità delle opere, la Direzione Lavori potrà ammettere in contabilità le quantità effettivamente eseguite.

Le misure saranno prese in contraddittorio a mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione Lavori e dell'Impresa.

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

Si precisa inoltre, per maggiore completezza e chiarimento, che tutte le prove di campionatura, di verifica delle caratteristiche meccaniche dei terreni, d'accettazione e qualificazione dei materiali, di controllo delle lavorazioni eseguite, i campi di prova con le relative verifiche, le prove di carico, l'assistenza ai collaudi e in genere qualsiasi verifica e prova atta a dimostrare la qualità della lavorazione, saranno svolte a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori; pertanto l'Impresa dovrà tenere conto nella sua offerta di tali oneri.

### **4.2 Lavori in economia**

Le prestazioni in economia dovranno essere assolutamente eccezionali e potranno adottarsi solo per lavori del tutto marginali.

In ogni caso saranno contabilizzate soltanto se riconosciute oggetto di un preventivo ordine ed autorizzazione scritti della Direzione Lavori.

### **4.3 Scavi - demolizioni - rilevati**

La misurazione degli scavi di sbancamento e dei rilevati sarà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate. All'atto della consegna dei lavori l'Impresa eseguirà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, il controllo delle quote nere delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse, distanze misurate sull'asse di progetto.

In base a tali rilievi ed a quelli da praticarsi ad opera finita od a parti di essa purché finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà determinato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti.

Resta inteso che, sia in trincea sia in rilevato, la sagoma rossa delimitante le aree di scavo o di riporto è quella che segue il piano di banchina, il fondo cassonetto sia della banchina di sosta che della carreggiata e del piazzale, come risulta dalla sezione tipo.

Con riferimento al trasporto dei materiali (a discarica o da cava), per «lotto» deve intendersi: il lotto autostradale, le singole strade di servizio, gli eventuali campi e cantieri; le quantità dei materiali movimentati faranno riferimento a tali tratte.

#### **4.3.1 Scavi**

##### **4.3.1.1 Scavi in genere**

Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà della Società; l'Impresa potrà usufruire dei materiali stessi, sempre che siano riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori, limitatamente ai quantitativi necessari all'esecuzione delle opere appaltate e per quelle categorie di lavoro di cui è previsto l'impiego nel progetto. È fatta salva la facoltà riservata alla Direzione Lavori di cederli all'Impresa, addebitandoglieli a norma del Capitolato Generale dello Stato approvato con D.P.R. 16.7.1962 n. 1063. Qualora però di detti materiali non esistesse la voce di reimpiego, questo potrà eventualmente essere desunto dai prezzi offerti dall'Impresa per le forniture di materiali a piè d'opera, diviso per il coefficiente 1,10.

Gli articoli dell'Elenco prezzi relativi agli scavi in genere comprendono tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme ed inoltre:

- la perfetta sagomatura dei fossi, la sistemazione di banchine e cassonetti anche in roccia, la configurazione delle scarpate e dei cigli;
- il rinterro intorno alle murature e sopra le condotte, le fognature e i drenaggi;
- gli esaurimenti d'acqua (che saranno contabilizzati solo per gli scavi di fondazione considerati subacquei) compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge;
- le prove in laboratorio ed in sito per la verifica dell'idoneità dei materiali da reimpiegare.

Negli scavi in terra è compreso il disfacimento d'eventuali drenaggi in pietrame o in misto granulare, rinvenuti durante i lavori.

Saranno contabilizzati a parte soltanto i trovanti rocciosi, se frantumati, o le fondazioni in muratura, aventi singolo volume superiore a 1,00 m<sup>3</sup>, applicando a tali quantità gli articoli previsti dall'Elenco prezzi per gli scavi in roccia o per le demolizioni di murature, avendole detratte dagli scavi in terra.

##### **4.3.1.2 Scavi di sbancamento**

Tali s'intendono quelli definiti dall'art. 4.1. Si precisa che nel caso degli scavi di sbancamento per impianto d'opere d'arte, non sarà computato il riempimento a ridosso della muratura, gli eventuali drenaggi a tergo della stessa, che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese sino a raggiungere la quota del preesistente terreno naturale.

##### **4.3.1.3 Scavo di fondazione**

Tali s'intendono quelli definiti dall'art. 4.2 o ad essi assimilabili.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle murature di fondazione per la loro profondità, misurata a partire dal piano dello scavo di sbancamento o del terreno naturale quando detto scavo di sbancamento non è effettuato.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata ma, in tal caso, non sarà computato il maggior volume, né degli scavi di fondazione né di quelli di sbancamento.

Solo nel caso che le pareti a scarpata siano ordinate dalla Direzione Lavori, saranno computati i maggiori volumi corrispondenti.

In ogni caso non sarà computato il riempimento a ridosso delle murature o degli eventuali drenaggi a tergo delle stesse, che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese, sino a raggiungere la quota dei piani di sbancamento o del preesistente terreno naturale. Saranno individuati inoltre i volumi relativi alle classi di profondità indicate negli articoli d'Elenco prezzi ed a questi saranno applicate le maggiorazioni previste.

Gli scavi di fondazione saranno considerati subacquei, e come tali contabilizzati, solo se eseguiti a profondità maggiori di 20 cm dal livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Qualora la Direzione Lavori ritenesse opportuno provvedere direttamente all'esaurimento delle acque mediante opere di deviazione o pompaggio, lo scavo sarà contabilizzato com'è eseguito all'asciutto.

Si ribadisce quanto stabilito all'art. 4 delle presenti Norme in ordine alle competenze degli oneri per l'espletamento delle pratiche d'autorizzazione allo scarico nonché per i provvedimenti necessari all'eventuale trattamento delle acque.

#### **4.3.2 Demolizioni**

La demolizione di murature di qualsiasi genere e di strutture in conglomerato cementizio semplice od armato, normale o precompresso, sarà computata a metro cubo del loro effettivo volume.

La demolizione di gabbionate o di materassi in filo di ferro e pietrame sarà computata, sulla base degli effettivi volumi, utilizzando l'articolo d'Elenco prezzi relativo alla demolizione di murature di qualsiasi genere.

Tali articoli, che comprendono il trasporto a rifiuto presso discariche idonee alla ricezione dei materiali, si applicano anche per la demolizione entro terra fino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

La demolizione di fabbricati, di qualsiasi specie e genere, sarà invece computata a metro cubo vuoto per pieno, limitando la misura in altezza dal piano di campagna al livello della gronda del tetto; dovranno essere demoliti, oltre ai pavimenti del piano terreno, anche le fondazioni di qualsiasi tipo fino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta fuori delle pertinenze autostradali, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.

La demolizione integrale d'impalcati d'opere d'arte in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso sarà computata a metro cubo del loro effettivo volume.

Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta fuori delle pertinenze autostradali, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.

La demolizione integrale d'impalcati di cavalcavia in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso, o a struttura mista in acciaio e conglomerato cementizio armato, su autostrada in esercizio, sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva, misurata in proiezione orizzontale.

Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta fuori delle pertinenze autostradali, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.

L'asportazione di strati di conglomerato cementizio ammalorato, sia mediante scalpellatura sia con l'impiego di macchine idrodemolitrici, sarà computata misurando lo spessore medio mediante rilievo su un reticolo di lato metri uno.

L'articolo dell'Elenco prezzi per le idrodemolizioni comprende anche gli oneri per l'approvvigionamento dell'acqua occorrente, per l'asportazione del materiale fresato e per la pulizia della superficie risultante.

La demolizione di fondazioni stradali e di pavimentazioni di conglomerato bituminoso sarà contabilizzata con i relativi articoli d'Elenco prezzi.

Nel caso di demolizione parziale di strati di conglomerato bituminoso con impiego di macchina scarificatrice, dovrà essere computata la superficie effettiva per lo spessore medio ottenuto misurando la profondità di fresatura in corrispondenza dei bordi e del centro del cavo.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

Le demolizioni di pavimentazioni, rivestimenti e tramezzi saranno computate a metro quadrato per la loro effettiva superficie.

Lo smontaggio di manti di copertura, compresa la rimozione dell'orditura portante, il trasporto a rifiuto del materiale non riutilizzabile e l'accatastamento di quello riutilizzabile nei depositi della Società, sarà computato a metro quadrato di proiezione orizzontale delle falde, qualunque sia la loro pendenza.

La rimozione di serramenti di porte e finestre sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva.

L'apertura di vani di porte sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva, misurata nella luce del vano ultimato.

La spicconatura d'intonaci sarà computata a metro quadrato di superficie misurato vuoto per pieno, salvo la detrazione dei vani di superficie superiore a 4,00 m<sup>2</sup>.

#### **4.3.3 Preparazione del piano di posa**

##### **4.3.3.1 Rilevati**

Gli articoli dell'Elenco prezzi per la preparazione del piano di posa dei rilevati comprendono tutte le lavorazioni ivi previste ed inoltre tutti gli oneri per controlli e prove indicati nelle Norme Tecniche.

Nel caso d'eventuale bonifica del piano di posa, il maggiore scavo, oltre lo spessore di 20 cm, per la rimozione del terreno vegetale, sarà contabilizzato a parte con il relativo articolo d'Elenco prezzi. In questo caso il compattamento del fondo scavo di scotico sarà eseguito sul fondo dallo scavo di bonifica.

##### **4.3.3.2 Sovrastruttura stradale in trincea**

Con l'articolo d'Elenco prezzi, relativo al compattamento del piano di posa della fondazione stradale nei tratti in trincea, applicato alla superficie del fondo di cassonetto, si intendono esauriti tutti gli oneri, le lavorazioni, i controlli e le prove delle presenti Norme Tecniche.

##### **4.3.3.3 Telo di tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene**

Computato a metro quadrato senza tenere conto delle sovrapposizioni longitudinali e trasversali fra i teli; tra gli oneri del relativo articolo d'Elenco prezzi è compresa anche la graffatura.

#### **4.3.4 Formazione di rilevati, riempimenti di cavi e rilevati di precarico**

La computazione del volume della fornitura dei materiali idonei per la formazione di rilevati, provenienti da cave di prestito, risulterà dalla differenza fra:

- il volume totale dei rilevati;
- la somma dei volumi degli scavi contabilizzati e ritenuti idonei al reimpiego dalla Direzione Lavori e dei volumi di materiali di proprietà della Società prelevati da depositi e misurati in opera. Qualora il prelievo dei materiali di proprietà della Società avvenisse da parte dell'Impresa in ambito esterno ai confini di lotto, sarà riconosciuto alla stessa tramite l'applicazione del prezzo corrispondente, l'onere del carico, trasporto e scarico del materiale altrove prelevato. Detto materiale sarà computato dopo la messa in opera tra sezioni note.

Gli articoli, relativi alla formazione di rilevati, di riempimenti, di cavi e di rilevati di precarico comprendono tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme ed in particolare:

- prove e sondaggi in laboratorio ed in sito per l'accertamento della idoneità dei materiali;

- l'ottenimento del benessere da parte degli Enti competenti per l'apertura e la coltivazione delle cave, relativamente alla normativa emanata dalle singole Regioni;
- le indennità e/o i canoni relativi al prelievo dei materiali da aree appartenenti a privati, Enti Pubblici, Demanio, ecc.;
- l'apertura di nuove cave e la loro coltivazione, compresa la sistemazione a cavatura ultimata, sulla base dei progetti che la Società e/o la stessa Impresa dovranno redigere, anche in relazione alla normativa emanata dalle singole Regioni.

Nel caso che il progetto debba essere redatto dall'Impresa, dovrà essere sottoposto anche al preventivo benessere della Direzione Lavori.

Nel volume degli scavi da considerarsi agli effetti del bilancio delle terre, dovranno essere tenuti in evidenza anche i materiali provenienti dallo scotico del piano di posa dei rilevati, in quanto ritenuti idonei dalla Direzione Lavori e utilizzati in tutto o in parte per la formazione della coltre vegetativa sulle scarpate.

I volumi relativi saranno determinati moltiplicando per 0,20 i metri quadrati contabilizzati con l'articolo relativo alla preparazione del piano di posa dei rilevati.

Nel caso si rendessero necessari volumi di terra vegetale per il rivestimento delle scarpate, eccedenti quelli provenienti dallo scotico del piano di posa dei rilevati, dagli scavi in genere e/o da depositi di materiali di proprietà della Società, la fornitura sarà garantita tramite l'utilizzo di materiale idoneo proveniente da cave di prestito, che sarà contabilizzata con l'articolo d'Elenco prezzi relativo alla fornitura di materiali idonei per la formazione di rilevati.

La computazione per la sistemazione in rilevato di materiali provenienti da cave, da scavi o da depositi, avverrà misurando il totale volume dei rilevati eseguiti secondo le norme indicate nelle presenti Norme per la formazione della sede dell'autostrada e delle deviazioni di strade statali, provinciali e comunali, nonché degli altri eventuali rilevati per i quali fossero ordinate operazioni analoghe.

Gli articoli dell'Elenco prezzi relativi alle sistemazioni sopracitate prevedono le operazioni, i controlli e le prove tutte prescritte nelle presenti Norme Tecniche.

Si precisa inoltre che nel computo dei volumi dei movimenti di materie, eseguito con il metodo delle sezioni ragguagliate, la sagoma nera è quella del terreno naturale riscontrata all'atto del rilievo, ciò perché lo scavo dello scotico ed il ripristino del piano di campagna saranno contabilizzati con l'articolo per la preparazione del piano di posa dei rilevati.

Nel caso, invece, di scavo di scotico avente una profondità maggiore dei 20 cm previsti dal relativo articolo, le quantità eccedenti saranno contabilizzate con gli articoli per scavi di bonifica e per riempimento dei medesimi mediante i materiali opportuni.

Le gradonature, da eseguirsi al di sotto del piano di scotico per la preparazione del piano di posa dei rilevati, sui terreni con pendenza maggiore del 20% (come prescritto dalle presenti Norme), saranno contabilizzate con l'articolo d'Elenco prezzi relativo allo scavo di sbancamento per gli scavi necessari alla realizzazione dei gradoni e con gli articoli relativi alla fornitura e sistemazione in rilevato per il riempimento dei medesimi.

Nel caso di rilevati misti, a ciascun strato si applicheranno i relativi articoli d'Elenco prezzi, sia per la fornitura sia per la sistemazione in rilevato, secondo il gruppo d'appartenenza delle terre. La sistemazione in rilevato delle terre costituenti la coltre vegetale di rivestimento delle scarpate sarà contabilizzata con lo stesso articolo dell'Elenco prezzi applicato per il nucleo del rilevato. L'articolo dell'Elenco prezzi per la sistemazione in rilevato si applicherà anche agli strati di sottofondazione posti in trincea; la preparazione del loro piano di posa, qualora ordinata, sarà contabilizzata con il relativo articolo di Elenco prezzi.

Dal computo dei volumi dei rilevati si detorranno i volumi delle opere d'arte e dei materiali altrimenti contabilizzati.

Non saranno considerati i cedimenti del piano di posa dei rilevati inferiori a 15 cm, essendosi valutati i corrispondenti oneri nel formulare il relativo articolo.

Quando siano prevedibili cedimenti del piano di posa dei rilevati eccedenti i 15 cm, l'Impresa sottoporrà all'approvazione della Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestometriche.

La posa in opera delle piastre e la rilevazione degli eventuali cedimenti saranno fatte a cura e spese dell'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori. Saranno computati gli eventuali maggiori volumi di rilevato, fatta eccezione per quelli derivanti dai primi 15 cm di cedimento. La sistemazione a riempimento di cavi e la formazione di rilevati di precarico saranno misurati in opera e contabilizzati con i relativi articoli di Elenco prezzi; analogamente la eventuale fornitura di materiali idonei provenienti da cave di prestito per il riempimento di cavi e per i rilevati di precarico, sarà misurata in opera dopo l'addensamento.

Il volume dei materiali, di proprietà della Società, prelevati da depositi, caricati, trasportati e scaricati a rilevato, sarà computato sul materiale misurato in opera dopo la compattazione.

Gli oneri per l'esecuzione dei rilevati di prova, eventualmente richiesti dalla Direzione Lavori, sono a carico dell'Impresa.

L'onere per la stabilizzazione a cemento del rilevato a tergo delle murature e la relativa fornitura del cemento troveranno applicazione nei relativi articoli di Elenco prezzi.

#### **4.4 Palancole tipo Larssen**

Il noleggio per metro quadrato e per trenta giorni o per frazione di trenta giorni delle palancole sarà contabilizzato con i relativi articoli di Elenco. In essi sono compresi: il trasporto delle palancole a piè d'opera, la preparazione delle superfici mediante rivestimento di bitume, il magazzinaggio, la ripresa e l'allontanamento.

La computazione sarà fatta sulla base dello sviluppo della palancole in opera, misurato secondo l'asse di simmetria della stessa, e l'altezza sarà quella effettiva delle palancole.

L'infissione e l'estrazione delle palancole saranno contabilizzate con i relativi articoli di Elenco. In essi sono compresi: la mano d'opera, i macchinari e le attrezzature necessarie per la esecuzione del lavoro, lo sfrido dei materiali dovuto a rotture, guasti o all'impossibilità di recupero; in genere ogni lavoro e fornitura occorrente a dare l'opera compiuta e idonea all'uso. La computazione sarà fatta sulla base dello sviluppo della palancole in opera, misurato secondo l'asse di simmetria della stessa e l'altezza sarà quella di effettiva infissione.

#### **4.5 Pali di fondazione**

Le caratteristiche strutturali e geometriche dei pali e dei singoli componenti dovranno essere conformi alle caratteristiche progettuali entro le tolleranze previste dalle presenti Norme.

Maggiorazioni volumetriche o migliori caratteristiche meccaniche dei materiali, non richieste dalla Direzione Lavori, saranno computate e contabilizzate per le caratteristiche previste in progetto. L'esecuzione di pali inclinati sino a 15° rispetto alla verticale non darà luogo a maggiorazione alcuna.

La lunghezza dei pali prefabbricati, ai fini della computazione, comprende anche la parte appuntita.

Quando il palo abbia raggiunto la capacità portante prima che la punta sia stata infissa fino alla profondità prevista dal progetto, il palo sarà reciso a cura e spese dell'Impresa, ma nel computo sarà tenuto conto della lunghezza di progetto.

La lunghezza per tutti i pali costruiti in opera (pali battuti, micropali e pali trivellati a medio e a grande diametro) sarà quella accertata mediante misurazione dalla quota di sottoplinto fino alla massima profondità misurata, in contraddittorio tra Direzione Lavori e Impresa e con stesura di un

verbale di misurazione immediatamente prima del getto; tale lunghezza dovrà risultare conforme al progetto con tolleranza di  $\pm 20$  cm.

Nei relativi articoli di Elenco prezzi si intendono comprese tutte le prestazioni, forniture ed oneri per dare i pali completi in opera secondo le previsioni di progetto e le prescrizioni delle presenti Norme.

Sono compresi tra gli altri:

- la preparazione del piano di lavoro ed i tracciamenti;
- l'eventuale scavo a vuoto;
- il carico e trasporto a rifiuto dei materiali di risulta, compreso il trattamento dei fanghi secondo le leggi vigenti;
- tutte le prove (di carico, vibrazionali, geofisiche, sulle caratteristiche dei fanghi bentonitici, sui pali prova, di carico sul palo, a rottura sui cubetti di conglomerato cementizio, carotaggi, ultrasuoni, scavi attorno al fusto del palo, ecc.), i controlli e la documentazione dei lavori, secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche.

Sono esclusi:

- ad eccezione dei micropali per i quali l'onere della perforazione è compensata direttamente nel relativo prezzo e dei pali battuti, l'eventuale impiego di speciali attrezzature, anche fresanti, per l'attraversamento di trovanti in roccia dura non estraibili con i normali metodi di scavo e per l'immorsatura del palo nel substrato di base in roccia dura, oltre la profondità eccedente il diametro del palo stesso;
- l'eventuale fornitura della controcamicia in lamierino per i pali a grande diametro;
- la fornitura e posa in opera dell'armatura metallica;
- la preparazione per il piano di lavoro in alveo;

che saranno contabilizzati con i relativi articoli dell'Elenco prezzi.

Qualora dovesse sorgere la necessità di sostituire un palo per ovviare ad inconvenienti o ad errori, non sarà corrisposto all'Impresa alcun compenso per il palo abbandonato, mentre dei pali che lo sostituiscono ne sarà computato uno soltanto.

## 4.6 Murature in genere e conglomerati cementizi

### 4.6.1 Murature

Tutte le murature in genere saranno computate geometricamente, a volume od a superficie, secondo le indicazioni contenute negli articoli di Elenco Prezzi, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci.

Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m<sup>2</sup> e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc., che abbiano sezione superiore a 0,25 m<sup>2</sup>. Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, ecc. in calcestruzzo anche armato, nonché di pietre naturali od artificiali, da contabilizzare con i relativi articoli di Elenco prezzi.

Altresì la muratura con lavorazione a «faccia vista», compresa la stuccatura e stilatura dei giunti con malta cementizia, sarà computata, a superficie effettiva di parete, con i relativi articoli di Elenco Prezzi.

Gli articoli di Elenco per le murature comprendono anche gli oneri sottoelencati:

- formazione di piattabande in muratura, spalle, pilastrini, mazzette, sguinci, strombature, incassature, ammorsature, canne, ecc.;
- esecuzione di murature a pianta curva, di volte, archi ecc.;
- fornitura e posa in opera di controtelai in legno abete nei vani di porte interne.

#### 4.6.1.1 Conglomerati cementizi

I conglomerati cementizi, siano essi di fondazione od in elevazione, semplici od armati, normali o precompressi, saranno computati a volume con metodi geometrici, secondo i corrispondenti tipi e classi, in base alle prescrizioni di cui alle precedenti Norme Tecniche, effettuando le misurazioni di controllo sul vivo, esclusi gli intonaci ove prescritti e dedotti i vani od i materiali di differente natura in essi compenetrati che dovranno essere contabilizzati con i relativi articoli previsti dall'Elenco prezzi.

In ogni caso non si dedurranno i volumi del ferro d'armatura, dei cavi per la precompressione ed i vani di volume minore od uguale a 0,20 m<sup>3</sup> ciascuno, intendendosi con ciò compreso l'eventuale maggiore magistero richiesto, anche per la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte.

Le strutture d'impalcato alleggerite con vuoti saranno computate per il volume effettivo di calcestruzzo con la deduzione dei vuoti e le casseforme, in qualsiasi modo realizzate, saranno contabilizzate con i relativi articoli d'Elenco prezzi applicati all'intera superficie bagnata.

Gli articoli d'Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri descritti nelle presenti Norme Tecniche ed in particolare:

- la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali occorrenti (aggregati, leganti, acqua, aggiunte minerali, additivi aeranti, fluidificanti, superfluidificanti, iperfluidificanti, acceleranti, ritardanti, ecc.); la mano d'opera, i ponteggi e le impalcature, le attrezzature e macchinari per la confezione, l'eventuale esaurimento dell'acqua nei casseri, la sistemazione della carpenteria e delle armature metalliche, l'esecuzione dei getti da effettuare senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa impiegando anche manodopera su più turni ed in giornate festive; la vibrazione, la predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature ecc.; la necessità di coordinare le attività qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate; il taglio di filo, chiodi, reggette con funzione di legatura di collegamento casseri con la sigillatura degli incavi e la regolarizzazione delle superfici di getto; le prove e i controlli, con la frequenza indicata nelle presenti Norme o prescritta dalla Direzione Lavori e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Non sono compresi negli articoli di cui sopra gli oneri per:

- le casseforme, salvo quelle occorrenti per murature in conglomerato cementizio con paramento in pietrame, magrone, conglomerato cementizio per opere di fondazione;
- le centinature ed armature di sostegno delle casseforme, salvo quelle per getti di luce retta inferiore a quanto indicato nei relativi articoli di Elenco Prezzi;
- gli acciai di armatura;

che verranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco Prezzi.

È previsto inoltre che nel caso di sospensione dei getti per effetto di un abbassamento della temperatura atmosferica al di sotto dei 273 K, l'Impresa non abbia diritto a nessun risarcimento, come pure non possa richiedere alcun compenso per particolari accorgimenti da adottarsi nel caso di esecuzione di getti a basse temperature.

In merito alla valutazione della penale prevista, nel caso che la resistenza caratteristica riscontrata risultasse minore di non più del 10% rispetto a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma il lotto non soddisfacente i requisiti, verrà decurtato del 15% del suo valore.

Qualora la resistenza caratteristica riscontrata risulti minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista.

Nessun indennizzo sarà dovuto all'Impresa se la classe di resistenza risulterà maggiore di quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Le stesse modalità verranno applicate ai manufatti prefabbricati.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione o giunti speciali aperti a cuneo, secondo i tipi approvati dalla Direzione Lavori, l'onere relativo all'esecuzione della sede del giunto compreso quello di eventuali casseforme, s'intende compreso negli articoli di Elenco per le murature in genere ed i conglomerati cementizi.

Quando sia prevista in progetto o venga prescritta dalla Direzione Lavori la solidarizzazione in opera di travi prefabbricate di ponti e viadotti per la costituzione di impalcati continui, il relativo onere deve intendersi compreso nei prezzi di elenco delle singole lavorazioni relative alla costruzione degli impalcati stessi.

Nel caso di ripristino di elementi strutturali, la Direzione Lavori eseguirà in corso d'opera con la frequenza che riterrà opportuna le prove di controllo dei requisiti.

Qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli indicati nelle presenti Norme Tecniche o previsti in progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una verifica della sicurezza statica dell'elemento strutturale soggetto a ripristino/adeguamento.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo il materiale verrà accettato ma il valore della lavorazione verrà decurtata del 25% per tutte le superfici ed i volumi su cui si è operato e per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stata compensata.

Qualora i valori risultassero minori di oltre il 10% rispetto a quelli richiesti e nel caso in cui sussistano contemporaneamente più difetti, qualunque siano i valori di scostamento riscontrati rispetto alle previsioni progettuali, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla rimozione dei materiali già posti in opera ed al loro ripristino.

In caso si evidenziassero microfessure, se l'incidenza dell'area fessurata risulterà inferiore al 20% dell'area totale di intervento, verrà applicata su tali superfici o volumi, la penale del 25% per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stato compensato il lavoro risultato non idoneo.

Se l'incidenza dell'area fessurata sarà superiore al suddetto 20%, l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, alla rasatura e alla protezione della superficie con filmogeni, di tipologia da concordare con la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista.

Le superfici risonanti a vuoto con il controllo al martello verranno verificate in contraddittorio e su di esse verrà applicata la penale del 25% per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stato compensato il lavoro risultato non idoneo, salvo richiesta della Direzione Lavori di far effettuare, a cura e spese dell'Impresa, le asportazioni ed il rifacimento del ripristino delle superfici risonanti.

Nel caso di sistemi protettivi filmogeni, qualora dalle prove eseguite, risultassero valori inferiori rispetto a quelli richiesti, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla sostituzione dei materiali già posti in opera.

In corso d'opera la Direzione Lavori effettuerà controlli dello spessore sul film umido<sup>10</sup> della singola mano applicata con le seguenti modalità:

- misura dello spessore mediante "pettine" d'idonea graduazione secondo le specifiche dell'ASTM D 4414 (o D 1212);
- per superfici globali da proteggere inferiori a 2000 m<sup>2</sup> almeno una serie di 20 misure;
- per superfici globali da proteggere superiori a 2000 m<sup>2</sup> almeno una serie di 40 misure;
- la serie di misure sarà, se possibile, omogeneamente distribuita sulla superficie da verificare ed il suo valore medio non dovrà essere minore di quello di progetto. Nel caso risulti un valore medio inferiore allo spessore di progetto, l'Impresa, a sua cura e spese, provvederà ad integrare lo spessore mancante mettendo in atto tutti gli accorgimenti necessari per la buona riuscita dell'integrazione.

#### **4.7 Casseforme - Armature - Centinature - Varo travi prefabbricate**

Casseforme, armature di sostegno, centinature e varo di travi prefabbricate saranno contabilizzate a parte, solo per quanto sia esplicitamente indicato negli articoli d'Elenco prezzi. Tali articoli d'Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni relative a materiali, mano d'opera, noli, armo, disarmo, sfrido, trasporti, disarmanti ecc..

##### **4.7.1 Casseforme**

Le casseforme saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio, ad opera finita.

##### **4.7.2 Armature**

Gli oneri per le armature di sostegno delle casseforme per getti in opera di conglomerato cementizio semplice od armato, normale o precompresso, per impalcati, piattabande e travate e quelle di sostegno delle centine per archi o volte, di luce retta fino a 2,00 m, misurata al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera, sono compresi negli articoli dell'Elenco Prezzi relativi ai conglomerati cementizi.

Le armature di luce retta superiore a 2,00 m saranno computate per classi di luci, secondo le indicazioni contenute nei relativi articoli dell'Elenco prezzi.

La superficie dell'armatura di ciascuna luce sarà determinata in proiezione orizzontale misurandola in lunghezza, al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera, fra i fili interni dei sostegni ed in larghezza, normalmente all'asse mediano dell'opera, fra i fili esterni dell'impalcato.

<sup>10</sup> Lo spessore di film umido, corrispondente allo spessore di film secco previsto in progetto, si ottiene moltiplicando lo spessore di film secco per 100 e dividendo per il valore dei solidi in volume del prodotto da applicare (derivato dalla scheda tecnica del prodotto), il valore ottenuto verrà arrotondato alla decina.

Quando l'altezza media di ciascuna luce, misurata fra l'intradosso dell'opera (impalcato, piattabanda, travata, sostegno di centine d'archi o volte) ed il piano di campagna in corrispondenza dell'asse mediano dell'opera stessa superi l'altezza di 10 m, si determinerà l'incremento, previsto dagli articoli d'Elenco prezzi per le armature, applicando la maggiorazione in percentuale, per altezze medie delle armature superiori ai 10 m, tante volte quante sono le zone di 5 m eccedenti i primi 10 metri.

Saranno computate anche le armature di sostegno delle casseforme per il getto in opera di conglomerato cementizio di parti aggettanti dalle strutture in elevazione, quali ad esempio le orecchie delle spalle d'opere d'arte e gli sbalzi laterali delle pile.

In questi casi gli articoli saranno contabilizzati applicando quelli corrispondenti a luci convenzionali, uguali a due volte la lunghezza dello sbalzo (misurata lungo il suo asse mediano tra il filo d'incastro ed il filo esterno dello sbalzo stesso) e la superficie alla quale detto articolo dovrà essere applicato sarà quella determinata, in proiezione orizzontale, dalla lunghezza dello sbalzo, misurata come sopra e dalla larghezza misurata normalmente all'asse mediano dello sbalzo.

#### ***4.7.3 Attrezzature speciali autovaranti e autoportanti per l'esecuzione in opera d'impalcati di ponti e viadotti***

Le attrezzature speciali autovaranti, per l'esecuzione in opera a qualsiasi altezza d'impalcati di ponti e viadotti, a cassone o a piastra, in c.a. o in c.a.p., anche a sezione variabile, saranno computate a metro quadrato di proiezione dell'impalcato stesso, misurando la luce fra gli assi degli appoggi.

Le attrezzature speciali autoportanti, per l'esecuzione d'impalcati a cassone di ponti e viadotti in c.a.p. gettati in opera a sbalzo per conci successivi a sezione variabile, saranno computate a metro quadrato di proiezione dell'impalcato stesso, misurando la lunghezza degli sbalzi dal filo esterno della struttura di pila fino all'estremità libera o fino all'attacco con gli sbalzi adiacenti. Nei relativi articoli dell'Elenco prezzi sono compresi tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni occorrenti; tra gli altri in particolare:

- eventuali diritti di brevetto;
- trasporto, montaggio in opera, smontaggio e ripresa delle attrezzature;
- il nolo d'attrezzature complementari (carri portaferro, carrelli autovaranti, centraline idrauliche, motorizzazioni, ponteggi ecc.);
- eventuali fermi conseguenti a specifiche modalità d'impiego.

L'applicazione degli articoli dell'Elenco prezzi per l'impiego delle attrezzature speciali autovaranti e autoportanti naturalmente esclude l'utilizzo degli articoli per gli altri tipi d'armature di sostegno e loro maggiorazioni, compresi quelli per eventuali armature di sostegno di casseforme all'interno dei cassoni stessi.

Sono escluse soltanto le casseforme da contabilizzare a parte con i relativi articoli.

#### ***4.7.4 Varo di travi prefabbricate in c.a. o c.a.p. - Armatura di sostegno per getto di solette e traversi su travi varate***

Quando nell'esecuzione d'impalcati sono impiegate travi costruite fuori opera in c.a. o in c.a.p., di luce superiore a 2,0 m, il loro sollevamento, trasporto e collegamento in opera a qualsiasi altezza, sarà contabilizzato con i relativi articoli dell'Elenco prezzi.

Se in una stessa opera d'arte sono impiegate travi di luci diverse, gli aumenti o le detrazioni per variazioni del numero delle travi, saranno applicate separatamente per gruppi di travi rientranti nella stessa classe di luci.

Per luci inferiori a 2,0 m, l'onere di sollevamento, trasporto e collocamento in opera è compreso negli articoli dell'Elenco prezzi relativi ai conglomerati cementizi.

L'armatura di sostegno di casseforme per getti in opera, a qualsiasi altezza, di solette su travi varate in c.a., c.a.p. o acciaio, anche per le parti a sbalzo, sarà computata in base alla superficie determinata misurando in larghezza, normalmente all'asse delle travi, la distanza tra i bordi delle travi o tra il bordo della trave ed il filo esterno dello sbalzo ed in lunghezza la distanza fra le testate della soletta misurata parallelamente all'asse delle travi. L'articolo di cui sopra comprende anche l'onere per la fornitura e messa in opera dell'armatura di sostegno delle casseforme per il getto dei traversi.

L'armatura di sostegno per le dalle impiegate come casseforme a perdere sarà contabilizzata con l'articolo dell'Elenco prezzi relativo alle armature di sostegno di casseforme per getto in opera di solette e traversi su travi varate.

#### **4.7.5 Centinature**

Gli oneri per centinature per archi o volte, complete delle eventuali armature di sostegno delle casseforme per qualsiasi struttura da costruirsi superiormente all'estradosso delle centine, fino a 2,00 m di luce retta, sono comprese negli articoli dell'Elenco prezzi dei conglomerati cementizi.

Le centinature per luci rette superiori a 2,00 m, misurate in proiezione orizzontale fra i vivi di pile o spalle, per l'effettiva larghezza degli archi o volti, saranno contabilizzate per classi di luci, secondo le indicazioni dei relativi articoli dell'Elenco prezzi. Le centinature, costruite anche a sbalzo, per il sostegno di casseforme per volte di gallerie artificiali in conglomerato cementizio semplice od armato, saranno misurate in proiezione orizzontale, in larghezza fra i vivi dei piedritti all'imposta dell'arco ed in lunghezza secondo l'effettiva lunghezza dell'arco e saranno contabilizzate per classi di luci secondo le indicazioni dei relativi articoli dell'Elenco prezzi.

#### **4.8 Acciaio per c.a. e c.a.p.**

L'acciaio in barre per armatura di conglomerati cementizi sarà computato in base al peso teorico dei vari diametri nominali indicati nei progetti esecutivi, trascurando le quantità superiori alle indicazioni di progetto, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie, intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Il peso degli acciai sarà determinato con metodo analitico misurando lo sviluppo teorico di progetto d'ogni barra e moltiplicandolo per la corrispondente massa lineica nominale indicata nel prospetto IV della Norma UNI 6407/88.

Essendo equivalenti i diametri e le aree delle sezioni nominali delle barre nervate a quelli delle barre lisce, per la computazione sarà adottata per entrambi la medesima massa lineica nominale. Nel caso che il materiale non risulti idoneo, sarà allontanato dal cantiere, a cura e spese dell'Impresa.

Il peso dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con il sistema a cavi scorrevoli sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto dei cavi, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il numero dei fili componenti il cavo e per il peso unitario dei fili stessi, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.

Il peso dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con il sistema a fili aderenti sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto dei fili, compreso tra le facce esterne delle testate della struttura, per il peso unitario dei fili, calcolato in funzione del loro diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.

Il peso di trefoli o trecce di acciaio per strutture in c.a.p. sarà determinato moltiplicando il loro sviluppo teorico, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il peso dell'unità di misura determinato mediante pesatura.

Il peso dell'acciaio in barre per calcestruzzi precompressi sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto delle barre, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di ancoraggio, per il peso unitario della barra, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.

L'articolo di Elenco prezzi dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso comprende la fornitura dell'acciaio, tutti gli oneri necessari per dare l'acciaio in opera a perfetta regola d'arte ed inoltre:

a) per il sistema a cavi scorrevoli:

la fornitura e posa in opera delle guaine, comprese le relative giunzioni con legature per mezzo di nastro adesivo; la fornitura e posa in opera dei ferri distanziatori dei cavi e di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80÷100 cm; le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo con nastro adesivo ad intervalli di 70 cm; le iniezioni di boiaccia di cemento a ritiro compensato nelle guaine dei cavi; le teste e le piastre di ancoraggio; la mano d'opera, i mezzi ed i materiali per la messa in tensione di cavi e per il bloccaggio dei dispositivi;

b) per il sistema a fili aderenti:

la fornitura e posa in opera dei dispositivi di posizionamento dei fili all'interno della struttura, degli annessi metallici ed accessori di ogni tipo; la mano d'opera, i mezzi ed i materiali necessari per la messa in tensione dei fili, per il bloccaggio degli stessi e per il taglio a stagionatura avvenuta della struttura, delle estremità dei fili non annegate nel conglomerato cementizio; la perfetta sigillatura con malta dosata a 300 kg di cemento per metro cubo di sabbia, delle sbrecciature nell'intorno dei fili tagliati sulla superficie delle testate della struttura;

c) per il sistema a barre:

eventuali diritti doganali e di brevetto; il trasporto; la fornitura e posa in opera di guaine, ancoraggi, manicotti ed accessori di ogni genere; la mano d'opera, i mezzi ed i materiali per la messa in tensione delle barre nonché per il bloccaggio dei dispositivi; le iniezioni di boiaccia di cemento a ritiro compensato nelle guaine; ecc..

#### 4.9 Tiranti di ancoraggio

Saranno contabilizzati con i relativi articoli di elenco prezzi, che comprendono oltre alle forniture e lavorazioni ivi richiamate, tutti gli oneri e le prescrizioni delle presenti Norme ed in particolare:

- i ponteggi e le impalcature occorrenti per l'esecuzione del perforo a qualsiasi altezza;
- l'esecuzione di un adeguato numero di tiranti preliminari di prova, la loro ripetizione nel caso l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente;
- le iniezioni preventive di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione Lavori in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili;
- tutte le prove ed analisi per la determinazione dell'aggressività dell'ambiente attraversato dai tiranti;
- tutte le prove di controllo sulla resistenza degli acciai utilizzati per i tiranti;
- tutte le prove per il controllo della fluidità, dell'essudazione e della resistenza a compressione della miscela utilizzata nelle iniezioni a bassa pressione o ripetute in pressione.

I perfori saranno computati in base alla loro effettiva profondità, misurata dal paramento esterno della parete sulla quale si attesta il tirante fino al fondo del foro; i tiranti di acciaio saranno computati in base alla loro lunghezza effettiva, misurata dall'estremità di fondo alla superficie

esterna dell'apparecchio di bloccaggio; le iniezioni saranno computate in base all'effettiva lunghezza del perforo iniettato ed in rapporto al diametro dello stesso.

In presenza di iniezioni ripetute in pressione si considera tratto attivo (fondazione) del tirante esclusivamente il bulbo.

I relativi articoli comprendono inoltre il riempimento anticorrosivo posto a protezione del tratto libero. In presenza di iniezioni a gravità si considera tratto attivo (fondazione) del tirante l'intero volume del perforo.

#### **4.10 Muri in elementi prefabbricati - Strutture di sostegno - Pannelli di rivestimento prefabbricati**

##### ***4.10.1 Muri di sostegno e di controripa costituiti da pannelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato, anche precompresso***

Misurazione dell'effettiva lunghezza del muro per ciascun'altezza.

L'altezza misurata sulla faccia in vista di ogni pannello, dall'estradosso della fondazione alla sommità del pannello stesso.

Pannelli con profilo superiore inclinato saranno misurati fino all'orizzontale passante per lo spigolo più alto.

Pannelli di altezza intermedia fra quelle quotate in Elenco prezzi saranno contabilizzati interpolando linearmente la quotazione dei due articoli corrispondenti contigui.

I relativi articoli dell'Elenco prezzi oltre a comprendere tutti gli oneri in essi richiamati, contengono anche quelli previsti nelle presenti Norme; solo esclusi: gli scavi per l'impianto del muro; le opere di fondazione; l'eventuale drenaggio a tergo del muro, l'eventuale coronamento in sommità; la formazione del rilevato a tergo del muro; che saranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco.

##### ***4.10.2 Pannelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato per rivestimenti di pareti***

Misurazione della superficie effettiva in vista di ciascun pannello escluse eventuali sovrapposizioni o immaschiature. I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri in essi richiamati.

#### **4.11 Impermeabilizzazioni - Trattamento impregnante di superfici in conglomerato cementizio - Conglomerato cementizio spruzzato per rivestimento di pareti**

Intonaci verticali, orizzontali, piani o curvi, saranno computati a metro quadrato di superficie effettiva, misurata al civile, detraendo soltanto i vani di superficie superiore a 1,00 m<sup>2</sup>.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono anche l'onere della esecuzione in più strati; della fornitura e posa in opera di paraspigoli; della chiusura e rifinitura di tracce; della ripresa in corrispondenza di pavimenti, zoccolature, rivestimenti, serramenti, ecc.; della eventuale esecuzione di gusci di raccordo tra pareti e soffitti, se richiesta; della eventuale fornitura di additivi. L'intonaco ed il trattamento impregnante di superfici in conglomerato cementizio saranno computati per la loro superficie effettiva, piana o curva, senza effettuare detrazioni per vani di superficie inferiore a 1,00 m<sup>2</sup> e senza tenere conto di rientranze o sporgenze dal vivo inferiore a 10 cm. Il conglomerato cementizio spruzzato per il rivestimento di pareti di pozzi di fondazione, di scavi in genere o di pendici, sarà computato per i volumi convenzionalmente risultanti dalle superfici effettivamente da rivestire per gli spessori teorici previsti.

La rilevazione per il controllo degli spessori medi dovrà essere fatta su un reticolo di un metro di lato. I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri ivi richiamati ed inoltre quelli relativi agli eventuali ponteggi ed impalcature occorrenti. Solo escluso eventuali armature metalliche da contabilizzare a parte con i relativi articoli di Elenco.

##### ***4.11.1 Impermeabilizzazioni in cartongfetro bitumato e in mastice d'asfalto sintetico e manti impermeabili costituiti da membrane a base bituminosa***

Saranno computati in superficie effettiva, piana o curva, orizzontale, verticale o comunque inclinata, senza tenere conto delle sovrapposizioni e degli sfridi.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono anche tutte le forniture, prestazioni ed oneri, in essi compresi la preparazione dei piani di posa, la fornitura e stesa di primer, la formazione di risvolti e colli di raccordo.

##### ***4.11.2 Manti impermeabili di copertura costituiti da fogli in PVC o in gomma sintetica***

Saranno computati in proiezione orizzontale della superficie netta coperta.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono anche i risvolti perimetrali, il fissaggio alle strutture sottostanti con coprifilo in profilato estruso di alluminio, i pezzi speciali saldati al manto per il convogliamento dell'acqua ai pluviali, eventuali griglie parafoglie, i collari per il raccordo con le strutture emergenti, la prova di tenuta dei giunti, le sovrapposizioni e quant'altro occorrente per dare i manti finiti.

##### ***4.11.3 Impermeabilizzazione di impalcati e gallerie artificiali***

Le impermeabilizzazioni di impalcati e di gallerie artificiali saranno computate per la loro superficie effettiva, che dovrà essere conforme alle previsioni di progetto.

#### **4.12 Manufatti metallici**

I manufatti d'acciaio, di qualsiasi genere e per ogni utilizzo, composti da lamiera, lamiera ondulata, profilati, tubi, barre, getti di fusione, ecc., saranno contabilizzati secondo i relativi articoli d'Elenco prezzi e computati in base al loro peso, che dovrà essere determinato prima della posa in opera mediante pesatura in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Impresa, con stesura d'apposito verbale controfirmato dalle parti.

Rispetto al peso teorico, determinato sulla base delle distinte dei materiali riportate nei disegni di progetto, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 4% (quattro per cento); detta

tolleranza non si applica nel caso d'appalti a corpo. Se il peso effettivo sarà inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura.

Se il peso effettivo sarà invece superiore al peso teorico aumentato della tolleranza, sarà computato solo il peso teorico aumentato del valore di tolleranza.

Ogni operazione di pesatura dovrà riferirsi a parti di uno stesso manufatto. È pertanto esclusa la pesatura cumulativa d'elementi appartenenti a manufatti diversi, anche quando si tratta di controventi, piastrame, bullonerie, rosette, ecc.. I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono: la fornitura di tutti i materiali; la lavorazione secondo i disegni costruttivi; la posa ed il fissaggio in opera; la sabbiatura e la sua eventuale ripetizione in caso di formazione di ruggine; la verniciatura secondo i cicli previsti; ogni altra fornitura, prestazione ed onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte.

Nel caso di manufatti di ponti e viadotti costituiti da acciai di tipo diverso, si determineranno preventivamente, sulla base delle distinte dei materiali sopracitate, le incidenze di ciascun tipo d'acciaio, da contabilizzare con i corrispondenti articoli d'Elenco.

Per i manufatti d'acciaio, sui materiali presenti in cantiere a piè d'opera, già verificati tecnologicamente, come dimensione e pesati a cura della Direzione Lavori, potrà essere corrisposto un acconto pari al 50% dell'importo determinato sulla base dei prezzi offerti dall'Impresa. Le dimensioni e gli spessori dei manufatti da computare in metri quadrati di superficie effettiva dovranno essere corrispondenti ai disegni di progetto.

Se la superficie effettiva risulterà inferiore a quella teorica di progetto, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura; se invece la superficie effettiva risulterà superiore a quella teorica di progetto sarà computata solo quella teorica ferma restando la facoltà della Direzione Lavori di chiedere il rispetto dimensionale dei manufatti.

S'intendono comunque compresi nei relativi articoli d'Elenco prezzi gli oneri per: le lavorazioni quali, le forature, le saldature, le bullonerie, le piastre, i relativi sfridi, le opere murarie compresi i collegamenti strutturali e gli ancoraggi, anche con l'impiego di malta reoplastiche, le finiture con sabbiature di grado SA 2½ della SVENSK STANDARD SIS, la sgrassatura, la zincatura, la verniciatura secondo i cicli previsti.

Nel caso di manufatti di ferro per cancelli, cancellate e parapetti, sono compresi negli oneri le serrature e le ferramenta di manovra per i cancelli, i corrimano rivestiti di plastica per i parapetti.

#### **4.13 Fondazioni stradali**

Le fondazioni stradali saranno computate a volume, in opera dopo il compattamento. Il calcolo del volume sarà fatto assumendo la larghezza teorica di progetto, senza tenere conto d'eventuali eccedenze, misurando la lunghezza sull'asse mediano di ciascuna carreggiata e determinando lo spessore medio sulla base di sondaggi eseguiti a cura ed a spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori escludendo le eccedenze rispetto allo spessore teorico di progetto. Il materiale fresco d'apporto per l'esecuzione di fondazioni in misto granulometricamente stabilizzato con materiali provenienti dalla demolizione d'esistenti fondazioni stradali sarà computato a volume, misurato a piè d'opera prima del compattamento.

#### **4.14 Conglomerati bituminosi**

I conglomerati bituminosi per gli strati di base, di collegamento (binder) e d'usura saranno computati sulla base delle quantità effettivamente eseguite, senza tenere conto d'eventuali eccedenze rispetto alle quantità teoriche di progetto, sia per quanto si riferisce a volumi e superfici che per gli spessori dei singoli strati.

I relativi articoli dell'Elenco prezzi comprendono tutte le forniture, prestazioni ed oneri in essi richiamati e nelle presenti Norme.

***CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO NORME TECNICHE***  
***OPERE EDILI***

## SOMMAIRE / INDICE

1. OPERE EDILI.....	5
1.1 Prescrizioni generali per l'esecuzione, consolidamento e collaudo degli edifici.....	5
1.1.1 Edifici in conglomerato cementizio semplice o armato o precompresso .....	5
1.1.2 Edifici realizzati in acciaio .....	5
1.1.3 Edifici prefabbricati .....	5
1.1.4 Edifici realizzati in zona sismica .....	6
1.1.5 Collaudo degli edifici .....	6
1.2 Strutture di fondazione .....	7
1.2.1 Fondazioni .....	7
1.3 Strutture prefabbricate .....	7
1.3.1 Generalità.....	7
1.3.2 Normativa di riferimento .....	8
1.3.3 Requisiti minimi degli stabilimenti e degli impianti di produzione .....	9
1.3.4 Controllo di produzione .....	9
1.3.5 Controllo sui materiali per elementi di serie.....	10
1.3.6 Controllo di produzione di serie controllata .....	10
1.3.7 Prove di tipo iniziali per elementi di serie controllata .....	10
1.3.8 Marcatura .....	10
1.3.9 Procedure di qualificazione .....	11
1.3.10 Qualificazione dello stabilimento.....	11
1.3.11 Qualificazione della produzione in serie dichiarata .....	11
1.3.12 Qualificazione della produzione in serie controllata.....	11
1.3.13 Sospensioni e revoche .....	12
1.3.14 Documenti di accompagnamento della fornitura. Verifiche del direttore dei lavori	12
1.3.15 Norme complementari relative alle strutture prefabbricate.....	13
1.3.16 Prodotti prefabbricati non soggetti a marcatura CE .....	13
1.3.17 Prodotti prefabbricati in serie .....	13
1.3.18 Prodotti prefabbricati in serie dichiarata .....	14
1.3.19 Prodotti prefabbricati in serie controllata .....	14
1.3.20 Responsabilità e competenze.....	14
1.3.21 Prove su componenti .....	15
1.3.22 Norme complementari.....	15
1.3.23 Elementi per solai misti in cemento armato .....	16
1.3.24 Generalità .....	16
1.3.25 Solai realizzati con l'associazione di componenti prefabbricati in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso .....	16
1.3.26 Impianti di prefabbricazione e modalità esecutive.....	16
1.3.27 Controllo sulle casseforme .....	17
1.3.28 Controlli sul posizionamento delle armature.....	17
1.3.29 Calcestruzzo .....	17
1.3.30 Esecuzione getto.....	17
1.3.31 Stagionatura.....	17
1.3.32 Scassero .....	18
1.3.33 Controllo in corso d'opera.....	18
1.3.34 Stoccaggio .....	18

1.3.35	Trasporto e montaggio.....	18
1.3.36	Appoggi.....	20
1.3.37	Oneri specifici dell'appaltatore.....	20
1.4	Sistema strutturale previsto.....	21
1.4.1	Sistema Pluripiano iperstatico.....	21
1.4.2	L'inserto di fondazione.....	22
1.4.3	Il pilastro.....	22
1.4.4	La trave autoportante.....	23
1.4.5	Il solaio autoportante.....	24
1.4.6	Il montaggio.....	24
1.5	Massetti - Sottofondi - Vespai.....	25
1.5.1	Massetti.....	25
1.5.1.1	Oggetto e campo di applicazione.....	25
1.5.1.2	Massetti per sottofondo di pavimenti.....	25
1.5.1.3	Massetti per formazione pendenze e protezione delle impermeabilizzazioni ..	27
1.5.1.4	Modalità di valutazione.....	27
1.5.1.5	Vespaio Aerato.....	27
1.6	Pavimenti e rivestimenti.....	28
1.6.1	Prodotti per pavimentazione e controsoffitti.....	28
1.6.1.1	Generalità. Definizioni.....	28
1.6.1.2	Requisiti di accettazione.....	30
1.6.1.3	Imballaggi e indicazioni.....	32
1.6.1.4	Requisiti prestazionali della pavimentazione antisdrucchiolevole.....	32
1.6.1.5	Designazione.....	32
1.6.1.6	Norme generali di esecuzione pavimenti.....	33
1.6.2	Pavimenti in in gres fine porcellanato.....	35
1.6.2.1	Pavimenti sopraelevati.....	35
1.6.2.2	Pavimenti – guida per ipovedenti.....	38
1.6.2.3	Pavimenti in marmette e marmettoni di cemento.....	41
1.6.2.4	Pavimento industriale.....	41
1.6.2.5	Norme generali di esecuzione rivestimenti in gres ceramico.....	41
1.6.2.6	Rivestimenti in gres ceramico.....	42
1.7	Serramenti e facciate continue vetrate.....	43
1.7.1	Infissi esterni.....	43
1.7.2	Strutture verticali ed inclinate.....	44
1.7.3	Strutture orizzontali.....	47
1.7.4	Infissi metallici.....	50
1.8	Controsoffitti.....	51
1.8.1	Generalità.....	51
1.8.2	Elementi di sospensione e profili portanti.....	51
1.8.3	Controsoffitti in pannelli di fibre minerali.....	52
1.8.4	Norme di riferimento.....	52
1.8.5	UNI EN 13964 - Controsoffitti. Requisiti e metodi di prova;.....	52
1.9	Coperture.....	54
1.9.1	Coperture non ventilate.....	54
1.9.2	Coperture praticabili (coperture a terrazzo) e non praticabili non ventilate.....	55
1.9.3	Coperture piane - tetto verde estensivo.....	56
1.10	Partizioni interne.....	58
1.10.1	Partizione interna verticale.....	58

1.10.2	Pareti divisorie a secco interne ed esterne (realizzate con tipologie costruttive tipo knauf aquapanel outdoor e indoor o prodotti equivalenti ripartizione interna/esterna verticale) .....	59
1.10.2.1	Introduzione .....	59
1.10.2.2	Sistemi costruttivi a secco a base cementizia fibrorinforzata per pareti interne.61	
1.10.2.3	Tamponatura esterna con Sistema a secco (tipo Knauf Aquapanel Outdoor) ..	61
1.10.2.4	Tamponatura esterna PCC (Ta04) - ATC (Ta03) .....	64
1.10.2.5	Parete Divisoria interna PCC-Tr_01 , .....	65
1.10.2.1	Parete Divisoria interna ATC-Tr_01 , .....	66
1.10.2.2	Parete Divisoria interna ATC-Tr_02 , .....	67
1.10.2.3	Parete Divisoria interna PCC - Tr_02a .....	68
1.10.2.4	Parete Divisoria interna ATC e PCC- Tr_03 .....	68
1.10.2.5	Parete Divisoria interna ATC - Tr_04 .....	69
1.10.2.6	Parete Divisoria interna PCC - Tr_04 .....	70
1.10.2.7	Parete Divisoria interna ATC - Tr_05 .....	71
1.10.2.8	Riferimenti prestazionali delle partizioni interne ed esterne a secco.....	72
1.10.3	Partizione interna verticale vetrata (tipo IWALL SPACE Fantoni Group) .....	75
1.10.4	Partizione interna orizzontale .....	76
1.10.5	Partizione interna inclinata – Scale interne .....	76
1.11	Rivestimenti fonoassorbenti per pareti verticali .....	80
1.11.1	Sistema fonoassorbente costituito da lamelle in MDF, nobilitate, laccate o impiallacciate. ....	80
1.11.2	Opere da cementista e stuccatore .....	80
1.11.3	Infissi - porte .....	82
1.11.4	Opere da fabbro e serramentista .....	82
1.11.5	Opere da vetraio .....	83
1.11.6	Opere da lattoniere .....	84
1.11.7	Opere da pittore .....	85
1.11.8	Opere di impermeabilizzazione .....	88
1.11.9	Opere di pavimentazione e rivestimento .....	91
1.12	Attrezzatura sanitaria – rubinetterie e sanitari .....	93
1.12.1	Rubinetterie .....	93
1.12.2	Lavabi .....	95
1.12.3	Sanitari .....	96
1.12.4	Unita' wc elettroniche complete-scarico a cassetta .....	96
1.12.5	Asciugamano elettronico ad aria fissaggio a parete .....	98
1.12.6	Dosatore di sapone ad incasso con placca esterna singola .....	98
1.13	Attrezzatura sanitaria – Pareti divisorie box doccia .....	99
1.14	Opere varie .....	99

## 1. OPERE EDILI

### 1.1 Prescrizioni generali per l'esecuzione, consolidamento e collaudo degli edifici

#### 1.1.1 *Edifici in conglomerato cementizio semplice o armato o precompresso*

Per le prescrizioni generali, l'esecuzione ed il consolidamento di edifici in conglomerato cementizio semplice o armato, si seguiranno le norme del D.P.R. n. 380/01 e successive modifiche ed integrazioni

Per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche occorre riferirsi alle Nuove Norme tecniche per le costruzioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC2008) e la relativa Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 "Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008" ed alle norme tecniche richiamate.

Tutte le opere in cemento armato facenti parte dell'opera appaltata saranno eseguite in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato iscritto all'Albo professionale, e che l'impresa dovrà presentare presso gli uffici competenti (denuncia delle opere ex lege 1086/71 recepita dal D.P.R. n° 380 del 6 giugno 2001) e consegnare alla Direzione dei Lavori entro il termine che le verrà prescritto.

L'impresa dovrà, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che le verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori. L'esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione dei Lavori nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione, l'Impresa stessa rimane unica e completa responsabile delle opere, sia per quanto ha rapporto con la loro progettazione e calcolo, che per la qualità dei materiali e la loro esecuzione; di conseguenza essa dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualunque natura, importanza e conseguenze essi potessero risultare.

#### 1.1.2 *Edifici realizzati in acciaio*

Le norme riguardanti le costruzioni di acciaio relative ad opere di ingegneria civile, eccettuate quelle per le quali vige una regolamentazione apposita a carattere particolare, sono contenute nelle Nuove Norme tecniche per le costruzioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC2008) e nella relativa Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 "Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008".

#### 1.1.3 *Edifici prefabbricati*

Conformemente a quanto indicato nel D.M. 3 dicembre 1987 - Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate, ogni fornitura deve essere corredata, oltre che dai disegni del manufatto e dall'indicazione delle sue caratteristiche d'impiego, anche da apposito certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione. In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti potranno essere accettati senza ulteriori esami e controlli.

Ove trattasi di manufatti prodotti in serie controllata, il certificato di origine di cui sopra deve altresì attestare che gli elementi strutturali sono stati prodotti in serie controllata riportando gli estremi dell'autorizzazione del Servizio tecnico centrale, e recare, in allegato, copia del relativo estratto del registro di produzione e gli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale.

In tal caso, sempre in base alla sopra citata disposizione, le forniture possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali né prove di carico dei componenti isolati.

Per i manufatti di produzione occasionale, o comunque, non assoggettati a deposito presso il Servizio tecnico centrale, si applicano le ordinarie disposizioni normative. Inoltre il Direttore dei Lavori deve opportunamente provvedere agli accertamenti da eseguirsi durante la fase esecutiva presso il cantiere di prefabbricazione.

In proposito, si segnala la necessità che sui certificati di prova dei materiali sia indicato chiaramente il prodotto (tipo e destinazione) cui si riferisce il prelievo.

#### 1.1.4 *Edifici realizzati in zona sismica*

Per gli edifici realizzati in zona sismica si applicheranno le prescrizioni di cui al D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC2008) e alla relativa Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 “Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008”

#### 1.1.5 *Collaudo degli edifici*

In riferimento al D.P.R. n. 380 del 6 giugno 2001 ed alle Nuove Norme tecniche per le costruzioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC2008) e alla relativa Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 “Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008”, le operazioni di collaudo consistono nel controllare la perfetta esecuzione del lavoro e la sua corrispondenza con i dati del progetto, nell'eseguire prove di carico e nel compiere ogni altra indagine che il Collaudatore ritenga necessaria.

Le prove di carico hanno luogo di regola non prima di 50 giorni dall'ultimazione del getto per i conglomerati di cemento idraulico normale (Portland), d'alto forno e pozzolanico, non prima di 30 giorni per i conglomerati di cemento alluminoso, e si effettuano a stagionatura più o meno avanzata secondo la portata delle diverse parti e la importanza dei carichi.

Nelle prove la costruzione deve essere possibilmente caricata nei modi previsti nella progettazione ed in accordo con le indicazioni contenute nelle Nuove Norme tecniche per le costruzioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC2008) e nella relativa Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 “Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008”.

La lettura degli apparecchi di misura (flessimetri od estensimetri) sotto carico deve essere ripetuta fino a che non si verifichino ulteriori aumenti nelle indicazioni.

La lettura delle deformazioni permanenti, dopo la rimozione del carico deve essere ugualmente ripetuta fino a che non si verifichino ulteriori ritorni.

Qualora si riscontrino deformazioni permanenti notevoli, la prova di carico deve essere ripetuta per constatare il comportamento elastico della struttura.

Il confronto tra le deformazioni elastiche (consistenti nelle differenze tra le deformazioni massime e le permanenti) e le corrispondenti deformazioni calcolate, fornisce al Collaudatore un criterio di giudizio sulla stabilità dell'opera.

## 1.2 Strutture di fondazione

### 1.2.1 *Fondazioni*

Fondazioni continue in calcestruzzo- Se il terreno compatto ed idoneo alla fondazione si trova a profondità non superiore a m 1, generalmente si procede con una gettata di calcestruzzo denominato “magrone di pulizia”.

Le gettate di calcestruzzo se fatte si devono eseguire stendendo a strati orizzontali e procedere per spessori di circa 10-12 cm, costipando e vibrando meccanicamente con vibratori e/o mediante battitura dei casseri, assicurandosi che non risultino più degli interstizi vuoti e tutte gli aggregati vadano ad assestarsi. Non vengono accettati i getti contro terra. Le armature devono essere distanziate tramite spessori di calcestruzzo o materiale plastico, comunque anche se è presente il magrone. I getti della fondazione, se da eseguirsi mediante riprese, occorre che le superfici siano pulite e cosparse con aggrappante (tipo lattice).

Fondazioni a plinto-Per allargare la base d'appoggio su terreno poco resistente, al posto di approfondire lo scavo, lo si allarga a forma di piastra su plinti isolati disposti in corrispondenza delle strutture portanti.

Ciascun plinto deve avere una superficie tale da corrispondere alla capacità di resistenza del terreno in relazione al carico gravante.

Fondazioni a platea-Per allargare la base d'appoggio su terreno poco resistente o nelle costruzioni antisismiche, al posto di approfondire lo scavo, lo si allarga a forma di piastra anche continua. In genere la platea occupa tutta la superficie fabbricata e funziona come una piastra in cemento armato: oltre a distribuire il carico sopra una grande superficie di terreno in modo da gravarlo unitariamente in misura limitata, si ottiene che la intera struttura sia solidale nelle pareti e nell'insieme con il fondo.

Fondazione a pozzo-Quando per la profondità non sia più conveniente la fondazione continua si procede mediante pozzi spinti fino al terreno buono collegati tra di loro con archi in muratura o con travi in cemento armato. I pozzi vengono disposti in corrispondenza dei muri perimetrali e d'asse ed anche dei muri trasversali e più precisamente in corrispondenza dei fulcri portanti - pilastri, incroci, cantonali o angoli - dando ad essi una sezione circolare, sotto i fulcri pilastri, od ovoidale, sotto i fulcri incroci od angolari.

I pozzi si riempiono di calcestruzzo, generalmente cementizio, steso a strati di 10 in 10 cm., spianati, energicamente pressati fino al livello del piano d'imposta.

## 1.3 Strutture prefabbricate

### 1.3.1 *Generalità*

Con struttura prefabbricata si intende una struttura realizzata mediante l'associazione, e/o il completamento in opera, di più elementi costruiti in stabilimento o a piè d'opera.

Gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato che si avvale di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate.

In particolare, deve essere presente e operante un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del conglomerato cementizio, nell'impiego dei singoli materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito.

Ove già non presenti in progetto l'impiego dei manufatti prefabbricati è subordinato alla preventiva approvazione dalla Direzione Lavori.

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori.

A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle presenti Norme.

I certificati delle prove saranno conservati dal produttore, che opera con sistemi di qualità certificati.

La relazione tecnica e di calcolo dovrà essere firmata da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista.

I manufatti prefabbricati utilizzati e montati dal Appaltatore dovranno appartenere ad una delle 3 categorie di produzione previste dal citato Decreto (D.M. dei LL.PP. del 03/12/1987):

- manufatti di serie «dichiarata»;
- manufatti di serie «controllata»;
- manufatti prodotti in stabilimento o a piè d'opera per le specifiche esigenze dell'opera in corso di realizzazione.

Per serie “dichiarata” si intende la produzione in serie eseguita in stabilimento, dichiarata tale dal produttore conforme alle vigenti norme e per la quale è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art.9 della legge del 05/01/1971 n°1086, ovvero sia stata rilasciata la certificazione di idoneità di cui agli articoli 1 e 7 della legge del 02/02/1974 n°64.

Per tipologie di prodotti non rientranti nel campo di applicazione della legge del 05/11/1971 n°1086, e/o per le quali non ricorre l'applicazione degli articoli 1 e 7 della legge del 02/03/1974 n°64, il produttore dovrà parimenti provvedere al deposito degli elaborati tecnici afferenti la produzione presso il Ministero dei Lavori Pubblici - Servizio tecnico centrale.

Per serie “controllata” si intende la produzione in serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per quella “dichiarata”, sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e controllo della produzione.

Per i manufatti di produzione occasionale, ancorché prodotti in stabilimento, si applicheranno le Norme e le Leggi nonché i controlli previsti per le strutture gettate in opera.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo il Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, il Appaltatore rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

### 1.3.2 *Normativa di riferimento*

Per l'accettazione, i controlli di qualità, la progettazione, l'esecuzione e il collaudo di questi manufatti, ed in particolare quelli prodotti in serie, valgono le prescrizioni contenute nelle seguenti Normative:

- Istruzioni C.N.R. 10025/84 “Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati”.

- D.M. dei Lavori Pubblici del 03/12/1987 “Norme tecniche emanate in applicazione dell’artt.1 e 3 della Legge del 02/02/1974 n°64”;
- Circolare del 16/03/1989 n°31104;
- D.M. del 14/02/1992 n°55 “Norme Tecniche emanate in applicazione dell’art.21 della legge del 05/11/1971 n°1086”;
- D.M. del 9/01/1996 “Norme Tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”.
- UNI EN 206-1 UNI 11104: “Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità”
- UNI 8991 “Durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo”

### 1.3.3 *Requisiti minimi degli stabilimenti e degli impianti di produzione*

Il processo di produzione degli elementi costruttivi prefabbricati, oggetto delle Norme tecniche per le costruzioni approvate con D.M. 14 gennaio 2008, deve essere caratterizzato almeno da:

- impianti in cui le materie costituenti siano conservate in sili, tramogge e contenitori che ne evitino ogni possibilità di confusione, dispersione o travaso;
- dosaggio a peso dei componenti solidi e dosaggio a volume o a peso dei soli componenti liquidi, mediante utilizzo di strumenti rispondenti alla normativa vigente;
- organizzazione mediante una sequenza completa di operazioni essenziali in termini di produzione e controllo;
- organizzazione di un sistema permanente di controllo documentato della produzione;
- rispetto delle norme di protezione dei lavoratori e dell'ambiente.

### 1.3.4 *Controllo di produzione*

Gli impianti per la produzione del calcestruzzo destinato alla realizzazione di elementi costruttivi prefabbricati,

disciplinati dalle Norme tecniche per le costruzioni, devono essere idonei a una produzione continua, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Il produttore di elementi prefabbricati deve dotarsi di un sistema di controllo della produzione, allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme UNI EN ISO 9001 e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/TEC 17021.

Ai fini della certificazione del sistema di garanzia della qualità, il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee o internazionali applicabili.

### **1.3.5 Controllo sui materiali per elementi di serie**

I controlli sui materiali dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni di legge vigenti.

Per il calcestruzzo impiegato con fini strutturali nei centri di produzione dei componenti prefabbricati di serie, il direttore tecnico di stabilimento dovrà effettuare il controllo continuo del conglomerato secondo le prescrizioni contenute nelle Norme tecniche per le costruzioni, operando con attrezzature tarate annualmente da uno dei laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Il tecnico suddetto provvederà alla trascrizione giornaliera dei risultati su appositi registri di produzione con data certa, da conservare per dieci anni da parte del produttore.

Detti registri devono essere disponibili per i competenti organi del Consiglio superiore dei lavori pubblici (servizio tecnico centrale), per i direttori dei lavori e per tutti gli aventi causa nella costruzione.

Le prove di stabilimento dovranno essere eseguite a 28 giorni di stagionatura e ai tempi significativi nelle varie fasi del ciclo tecnologico, secondo le modalità delle norme vigenti e su provini maturati in condizioni termoigrometriche di stagionatura conformi a quelle dei manufatti prefabbricati prodotti.

La resistenza caratteristica dovrà essere determinata secondo il metodo di controllo di tipo B e immediatamente registrata.

Inoltre, dovranno eseguirsi controlli del calcestruzzo a 28 giorni di stagionatura, presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, per non meno di un prelievo ogni cinque giorni di produzione effettiva per ogni tipo di calcestruzzo omogeneo. Tali risultati dovranno soddisfare il controllo di tipo A, operando su tre prelievi consecutivi, indipendentemente dal quantitativo di calcestruzzo prodotto.

Sarà cura del direttore tecnico dello stabilimento annotare sullo stesso registro i risultati delle prove di stabilimento e quelli del laboratorio esterno.

Infine, il tecnico abilitato dovrà predisporre periodicamente, almeno su base annua, una verifica della conformità statistica dei risultati dei controlli interni e di quelli effettuati da laboratorio esterno, tra loro e con le prescrizioni contenute nelle vigenti norme tecniche per le costruzioni.

### **1.3.6 Controllo di produzione di serie controllata**

Per le produzioni per le quali è prevista la serie controllata, è richiesto il rilascio preventivo dell'autorizzazione alla produzione da parte del servizio tecnico centrale, secondo le procedure della qualificazione della produzione controllata.

### **1.3.7 Prove di tipo iniziali per elementi di serie controllata.**

La produzione in serie controllata di componenti strutturali deve essere preceduta da verifiche sperimentali su prototipi eseguite da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, appositamente incaricato dal produttore.

### **1.3.8 Marcatura**

Ogni elemento prefabbricato prodotto in serie deve essere appositamente contrassegnato da marcatura fissa,

indelebile o comunque non rimovibile, in modo da garantire la rintracciabilità del produttore e dello stabilimento di produzione, nonché individuare la serie di origine dell'elemento.

Inoltre, per manufatti di peso superiore a 8 kN, dovrà essere indicato in modo visibile, per lo meno fino all'eventuale getto di completamento, anche il peso dell'elemento.

### 1.3.9 *Procedure di qualificazione*

La valutazione dell'idoneità del processo produttivo e del controllo di produzione in stabilimento, nonché della conformità del prodotto finito, è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

I produttori di elementi prefabbricati di serie devono procedere alla qualificazione dello stabilimento e degli elementi costruttivi prodotti trasmettendo, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001, idonea documentazione al servizio tecnico centrale della presidenza del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Il servizio tecnico centrale ha facoltà, anche attraverso sopralluoghi, di accertare la validità e la rispondenza della documentazione, come pure il rispetto delle prescrizioni contenute nelle Norme tecniche per le costruzioni.

### 1.3.10 *Qualificazione dello stabilimento*

Il riconoscimento dello stabilimento è il presupposto per ogni successivo riconoscimento di tipologie produttive.

La qualificazione del sistema organizzativo dello stabilimento e del processo produttivo deve essere dimostrata attraverso la presentazione di idonea documentazione, relativa alla struttura organizzativa della produzione e al sistema di controllo in stabilimento.

Nel caso in cui gli elementi costruttivi siano prodotti in più stabilimenti, la qualificazione deve essere riferita a ciascun centro di produzione.

### 1.3.11 *Qualificazione della produzione in serie dichiarata*

Tutte le ditte che procedono in stabilimento alla costruzione di manufatti prefabbricati in serie dichiarata, prima dell'inizio di una nuova produzione devono presentare apposita domanda al servizio tecnico centrale della presidenza del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Tale domanda deve essere corredata da idonea documentazione, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001 e di quanto indicato per la qualificazione dello stabilimento.

Sulla base della documentazione tecnica presentata, il servizio tecnico centrale rilascerà apposito attestato di qualificazione, avente validità triennale.

Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo stabilimento di produzione.

L'attestato è rinnovabile su richiesta, previa presentazione di idonei elaborati relativi all'attività svolta e ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

### 1.3.12 *Qualificazione della produzione in serie controllata*

Oltre a quanto specificato per la produzione in serie dichiarata, la documentazione necessaria per la qualificazione della produzione in serie controllata dovrà comprendere la documentazione relativa alle prove a rottura su prototipo e una relazione interpretativa dei risultati delle prove stesse.

Sulla base della documentazione tecnica presentata, il servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici, rilascerà apposita autorizzazione alla produzione, avente validità triennale.

Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo stabilimento di produzione.

L'autorizzazione è rinnovabile su richiesta, previa presentazione di idonei elaborati, relativi all'attività svolta e ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

### 1.3.13 *Sospensioni e revoche*

È prevista la sospensione o, nei casi più gravi o di recidiva, la revoca degli attestati di qualificazione in serie dichiarata o controllata, ove il servizio tecnico centrale accerti, in qualsiasi momento, difformità tra i documenti

depositati e la produzione effettiva, ovvero la mancata ottemperanza alle prescrizioni contenute nella vigente normativa tecnica.

I provvedimenti di sospensione e di revoca vengono adottati dal servizio tecnico centrale, sentito il parere del Consiglio superiore dei lavori pubblici, sono atti definitivi.

### 1.3.14 *Documenti di accompagnamento della fornitura. Verifiche del direttore dei lavori*

Ogni fornitura in cantiere di manufatti prefabbricati prodotti in serie dovrà essere accompagnata da una specifica documentazione, la cui conservazione è a cura del direttore dei lavori dell'opera in cui detti manufatti vengono inseriti. Tale documentazione comprende:

- apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001. Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:
- i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera;
- apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;
- le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti.
- elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego dei manufatti, che dovranno essere consegnati dal direttore dei lavori al committente, a conclusione dell'opera;
- certificato di origine firmato dal direttore tecnico responsabile della produzione e dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il servizio tecnico centrale, deve riportare l'indicazione degli estremi dell'attestato di qualificazione, nonché il nominativo del progettista;
- attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale e copia della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo di produzione in fabbrica;
- documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio ufficiale incaricato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. Tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 65 del D.P.R. n. 380/2001.

Il direttore dei lavori non può accettare in cantiere elementi prefabbricati in serie che non siano accompagnati da tutti i documenti predetti.

Inoltre, prima di procedere all'accettazione dei manufatti stessi, il direttore dei lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati con la marcatura prevista.

Il produttore di elementi prefabbricati deve altresì fornire al direttore dei lavori gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal progettista e dal direttore tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze,

contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

- destinazione del prodotto;
- requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;
- prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;
- prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;
- tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

#### 1.3.15 *Norme complementari relative alle strutture prefabbricate*

Per manufatti o elementi prefabbricati di serie devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

Per manufatti di produzione occasionale si intendono i componenti prodotti senza il presupposto della ripetitività tipologica.

Il componente deve garantire i livelli di sicurezza e di prestazione sia come componente singolo, nelle fasi transitorie di sformatura, movimentazione, stoccaggio, trasporto e montaggio, sia come elemento di un più complesso organismo strutturale una volta installato in opera.

#### 1.3.16 *Prodotti prefabbricati non soggetti a marcatura CE*

Per gli elementi strutturali prefabbricati, quando non soggetti ad attestato di conformità secondo una specifica tecnica elaborata ai sensi della direttiva 89/106/CEE (marcatura CE) e i cui riferimenti sono pubblicati sulla GUUE, sono previste due categorie di produzione:

- serie dichiarata;
- serie controllata.

I componenti per i quali non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 di recepimento della direttiva 89/106/CEE, devono essere realizzati attraverso processi sottoposti a un sistema di controllo della produzione, e i produttori di componenti occasionali - in serie dichiarata e in serie controllata - devono, altresì, provvedere alla preventiva qualificazione del sistema di produzione, con le modalità indicate nelle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

#### 1.3.17 *Prodotti prefabbricati in serie*

Rientrano tra i prodotti prefabbricati in serie:

- i componenti di serie per i quali è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086;

- i componenti per i quali è stata rilasciata la certificazione di idoneità ai sensi degli artt. 1 e 7 della legge 2 febbraio 74, n. 64;
- ogni altro componente prodotto in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

### 1.3.18 *Prodotti prefabbricati in serie dichiarata*

Rientrano in serie dichiarata i componenti di serie che, pur appartenendo a una tipologia predefinita, vengono progettati di volta in volta su commessa per dimensioni e armature (serie tipologica).

Per le tipologie predefinite il produttore dovrà provvedere, nell'ambito delle modalità di qualificazione della produzione di cui al paragrafo 11.8 delle Nuove norme tecniche per le costruzioni, al deposito della documentazione tecnica relativa al processo produttivo e al progetto tipo presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle infrastrutture.

Per ogni singolo impiego delle serie tipologiche, la specifica documentazione tecnica dei componenti prodotti in serie dovrà essere allegata alla documentazione progettuale depositata presso l'ufficio regionale competente, ai sensi della vigente legislazione in materia.

Rientrano altresì in serie dichiarata i componenti di serie costituiti da un tipo compiutamente determinato, predefinito in dimensioni e armature sulla base di un progetto depositato (serie ripetitiva).

Per ogni tipo di componente o per ogni famiglia omogenea di tipi, il produttore dovrà provvedere, nell'ambito delle modalità di qualificazione della produzione secondo le Nuove norme tecniche per le costruzioni, al deposito della documentazione tecnica relativa al processo produttivo e al progetto specifico presso il servizio tecnico centrale del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Per ogni singolo impiego delle serie ripetitive, sarà sufficiente allegare alla documentazione progettuale depositata presso l'ufficio regionale competente, ai sensi della vigente legislazione in materia, gli estremi del deposito presso il servizio tecnico centrale.

### 1.3.19 *Prodotti prefabbricati in serie controllata*

Per serie controllata si intende la produzione di serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per la serie dichiarata, sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e controllo permanente della produzione.

Devono essere prodotti in serie controllata:

- i componenti costituiti da assetti strutturali non consueti;
- i componenti realizzati con l'impiego di calcestruzzi speciali o di classe > C 45/55;
- i componenti armati o precompressi con spessori, anche locali, inferiori a 40 mm;
- i componenti il cui progetto sia redatto su modelli di calcolo non previsti dalle norme tecniche per le costruzioni.

Per i componenti ricadenti in uno dei casi sopra elencati, è obbligatorio il rilascio preventivo dell'autorizzazione alla produzione, secondo le procedure delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

### 1.3.20 *Responsabilità e competenze*

Il progettista e il direttore tecnico dello stabilimento di prefabbricazione, ciascuno per le proprie competenze,

sono responsabili della capacità portante e della sicurezza del componente, sia incorporato nell'opera, sia durante le fasi di trasporto fino a piè d'opera.

È responsabilità del progettista e del direttore dei lavori del complesso strutturale di cui l'elemento fa parte, ciascuno per le proprie competenze, la verifica del componente durante il montaggio, la messa in opera e l'uso dell'insieme strutturale realizzato.

I componenti prodotti negli stabilimenti permanenti devono essere realizzati sotto la responsabilità di un direttore tecnico dello stabilimento, dotato di adeguata abilitazione professionale, che assume le responsabilità proprie del direttore dei lavori.

I componenti di produzione occasionale devono, inoltre, essere realizzati sotto la vigilanza del direttore dei lavori dell'opera di destinazione.

I funzionari del servizio tecnico centrale potranno accedere anche senza preavviso agli stabilimenti di produzione dei componenti prefabbricati per l'accertamento del rispetto delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

#### 1.3.21 *Prove su componenti*

Per verificare le prestazioni di un nuovo prodotto o di una nuova tecnologia produttiva e accertare l'affidabilità dei modelli di calcolo impiegati nelle verifiche di resistenza, prima di dare inizio alla produzione corrente è necessario eseguire delle prove di carico su un adeguato numero di prototipi al vero, portati fino a rottura.

Tali prove sono obbligatorie, in aggiunta alle prove correnti sui materiali di cui al capitolo 11 delle Nuove norme tecniche per le costruzioni, per le produzioni in serie controllata.

#### 1.3.22 *Norme complementari*

Le verifiche del componente devono essere fatte con riferimento al livello di maturazione e di resistenza raggiunto, controllato mediante prove sui materiali di cui al capitolo 11 delle Nuove norme tecniche per le costruzioni ed eventuali prove su prototipo prima della movimentazione del componente e del cimento statico dello stesso.

I dispositivi di sollevamento e movimentazione devono essere esplicitamente previsti nel progetto del componente strutturale e realizzati con materiali appropriati e dimensionati per le sollecitazioni previste.

Il copriferro degli elementi prefabbricati deve rispettare le regole generali dell'art. 60 del presente capitolato speciale.

#### *Appoggi*

Per i componenti appoggiati in via definitiva, particolare attenzione va posta alla posizione e dimensione dell'apparecchio d'appoggio, sia rispetto alla geometria dell'elemento di sostegno sia rispetto alla sezione terminale dell'elemento portato, tenendo nel dovuto conto le tolleranze dimensionali e di montaggio e le deformazioni per fenomeni reologici e/o termici.

I vincoli provvisori o definitivi devono essere, se necessario, validati attraverso prove sperimentali.

Gli appoggi scorrevoli devono consentire gli spostamenti relativi previsti senza perdita della capacità portante.

#### *Realizzazione delle unioni*

Le unioni devono avere resistenza e deformabilità coerenti con le ipotesi progettuali.

#### *Tolleranze*

Le tolleranze minime di produzione che dovrà rispettare il componente sono quelle indicate dal produttore. Il componente che non rispetta tali tolleranze deve essere giudicato non conforme e quindi potrà essere consegnato in cantiere per l'utilizzo nella costruzione solo dopo preventiva accettazione da parte del direttore dei lavori.

Il montaggio dei componenti e il completamento dell'opera devono essere conformi alle previsioni di progetto esecutivo. Nel caso si verificassero delle non conformità, queste devono essere analizzate dal direttore dei lavori nei riguardi delle eventuali necessarie misure correttive.

### 1.3.23 *Elementi per solai misti in cemento armato*

#### 1.3.24 *Generalità*

Si definiscono solai le strutture bidimensionali piane caricate ortogonalmente al proprio piano, con prevalente comportamento monodirezionale.

### 1.3.25 *Solai realizzati con l'associazione di componenti prefabbricati in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso*

I componenti dei solai realizzati con l'associazione di componenti prefabbricati in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso devono rispettare le norme di cui al paragrafo 4.1 delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

I componenti devono essere provvisti di opportuni dispositivi e magisteri che assicurino la congruenza delle deformazioni tra i componenti stessi accostati, sia per i carichi ripartiti sia per quelli concentrati. In assenza di soletta collaborante armata o in difformità rispetto alle prescrizioni delle specifiche norme tecniche europee,

l'efficacia di tali dispositivi deve essere certificata mediante prove sperimentali.

Quando si voglia realizzare una redistribuzione trasversale dei carichi, è necessario che il solaio così composto abbia dei componenti strutturali ortogonali alla direzione dell'elemento resistente principale.

Qualora il componente venga integrato da un getto di completamento all'estradosso, questo deve avere uno spessore non inferiore a 40 mm ed essere dotato di una armatura di ripartizione a maglia incrociata e bisogna verificare la trasmissione delle azioni di taglio fra elementi prefabbricati e getto di completamento, tenuto conto degli stati di coazione che si creano per le diverse caratteristiche reologiche dei calcestruzzi, del componente e dei getti di completamento.

#### *NORME DI RIFERIMENTO*

UNI EN 13224 - Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Elementi nervati per solai;

UNI EN 13747 - Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Lastre per solai;

UNI EN 15037-1 - Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Solai a travetti e blocchi. Parte 1: Travetti.

### 1.3.26 *Impianti di prefabbricazione e modalità esecutive*

Gli impianti di prefabbricazione, siano essi in stabilimento che a piè d'opera, e le modalità esecutive dovranno essere sottoposti al controllo preventivo ed approvazione della Direzione Lavori.

Tale controllo consisterà nella verifica sull'idoneità di:

- attrezzature da usare nella prefabbricazione quali: impianti di betonaggio, casseforme, piani vibranti, spazi di produzione e di stoccaggio, ecc.;
- modalità esecutive quali: tempi e modi di produzione, metodi di vibrazione, metodi di stagionatura, ecc.

### 1.3.27 *Controllo sulle casseforme*

Le casseforme dovranno rispondere alle seguenti tolleranze dimensionali ( $S$  = deviazione ammissibile):

- lunghezza:  $S = \pm L/1000$  (minimo 10 mm);
- sezione (altezza, larghezza, ali):  $S = \pm L/200$  (minimo 2 mm);
- spessore anima:  $S = \pm L/200$  (minimo 2 mm).

### 1.3.28 *Controlli sul posizionamento delle armature*

Le tolleranze di posizionamento dell'armatura sono:

- armature in prossimità delle superfici (con il segno + si indica una maggiore distanza dalle superfici):  $- 0\text{cm} \leq S \leq + 0.5\text{cm}$ ;
- armature interne cui è affidata la resistenza strutturale: il maggiore tra  $S = \pm 0.25\text{cm}$  e  $S = \pm h/100$  (essendo  $h$  lo spessore in cm del calcestruzzo nella direzione dove lo scarto dell'armatura riduce la resistenza strutturale);
- armature interne costruttive: il maggiore tra  $S = \pm 1.0\text{cm}$  e  $S = \pm h/50$ .

Lo scarto  $S$  deve in ogni caso essere inferiore a 3 cm nel caso di armature ordinarie e di 2 cm per quelle da precompressione, fermo restando quanto detto per le armature di superficie, dove  $S$  è lo scarto tra la posizione teorica di progetto e la posizione in opera.

### 1.3.29 *Calcestruzzo*

Il calcestruzzo per il confezionamento degli elementi prefabbricati dovrà avere le prestazioni indicate negli elaborati progettuali e comunque la resistenza caratteristica di progetto non sarà inferiore a 35 Mpa, nonché dovrà essere confezionato per la classe di esposizione ambientale 3 + 5b conformemente alla UNI EN 206-1 UNI 11104.

Per i controlli sul cls si farà riferimento all'articolo "Calcestruzzi" delle Norme Tecniche.

### 1.3.30 *Esecuzione getto*

Si farà riferimento all'articolo "Calcestruzzi" delle Norme Tecniche.

### 1.3.31 *Stagionatura*

Si farà riferimento all'articolo "Calcestruzzi" delle Norme Tecniche.

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa nel rispetto del D.M. 03.12.1987.

### 1.3.32 *Scassero*

Prima di procedere allo scassero si dovrà verificare che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza richiesta per questa operazione.

er eventuali azioni si dovrà tenere conto l'attrito della cassaforma, azioni chimiche, azioni dinamiche, posizione dei punti di sollevamento, ecc.

In mancanza di determinazioni più precise si assumerà che gli sforzi siano dovuti al peso proprio maggiorato del 30%.

Tale condizione vale anche per la verifica delle condizioni di sollecitazione all'intorno del punto di sollevamento, anche per l'eventuale armatura di frettaggio.

### 1.3.33 *Controllo in corso d'opera*

La Direzione Lavori potrà prescrivere prove sperimentali, il cui onere spetta al Appaltatore, atte a prevedere il comportamento della struttura da realizzare con tali manufatti, avuto particolare riguardo alla durata nel tempo, alla efficienza dei collegamenti, agli effetti dei fenomeni di ritiro e viscosità e dei carichi alternati o ripetuti.

Questi controlli vanno eseguiti sul luogo di produzione degli elementi prefabbricati prima delle operazioni di montaggio e sono indipendenti dalle operazioni di collaudo da effettuarsi sulla struttura finita.

L'elenco dei controlli, che sarà dettagliato dalla Direzione Lavori, dovrà prevedere almeno la seguente verifica:

- il controllo dimensionale rigoroso di un elemento ogni dieci prodotti.

### 1.3.34 *Stoccaggio*

I materiali dovranno essere posti a stoccaggio in maniera propria, e più precisamente:

- si dovrà evitare qualsiasi danneggiamento;
- si dovrà evitare la costante esposizione di una parte del manufatto a condizioni sistematicamente diverse della rimanente (esposizione al sole, ecc.);
- si dovrà evitare che i punti di appoggio inducano o favoriscano deformazioni lente che possano pregiudicare l'esatto posizionamento e/o una variazione dimensionale tale da pregiudicare il montaggio stesso.

Dovranno essere comunicati preventivamente alla Direzione Lavori il tempo minimo e massimo di stoccaggio. Ciascun elemento dovrà essere marcato in maniera permanente, mediante un numero di matricola che ne permetta l'univoca identificazione.

### 1.3.35 *Trasporto e montaggio*

Modalità e tempi di trasporto e montaggio del manufatto dovranno essere tali da evitare danneggiamenti allo stesso. Parimenti le modalità di trasporto e montaggio dovranno essere oggetto di studio in fase di progettazione e dovranno essere esplicitamente indicate, insieme alle tolleranze di montaggio, negli elaborati costruttivi del manufatto.

Per i ganci di sollevamento in barre da c.a. si farà riferimento all'Articolo "Acciai da c.a." delle Norme Tecniche.

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati si devono adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti concentrazioni di sforzo.

I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle di esecuzione dell'unione.

Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa se lasciati definitivamente in sito non devono alterare il corretto funzionamento dell'unione realizzata e comunque generare concentrazioni di sforzo.

Nel caso di travi prefabbricate di lunghezza  $L$ , salvo più restrittive specifiche progettuali che saranno indicate nei disegni costruttivi del manufatto, andranno rispettati i seguenti limiti ( $S$  = scarto ammissibile) nel montaggio:

- posizionamento appoggi nel senso longitudinale:  $S = \pm L/2000$  (minimo  $\square 1\text{cm}$ );
- posizionamento appoggi nel senso trasversale:  $S \leq \pm 1\text{cm}$ ;

Qualora le travi vengano poste su appoggi provvisori per essere trasferite su quelli definitivi dopo aver effettuato i collegamenti trasversali, andranno valutate le sollecitazioni dovute alle tolleranze di posizionamento precedentemente indicate.

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso. La velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche di urto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

L'elemento può essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità.

L'elemento deve essere stabile di fronte all'azione del:

- peso proprio;
- vento;
- azioni di successive operazioni di montaggio;
- azioni orizzontali convenzionali.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera deve essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi.

Deve essere previsto dal Appaltatore un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme, e se ne deve dare preventiva documentazione alla Direzione Lavori.

La corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze) sarà verificata dalla Direzione dei lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

### 1.3.36 *Appoggi*

Gli appoggi devono essere tali da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio di appoggio e del sostegno, tenendo conto delle variazioni termiche, della deformabilità delle strutture e dei fenomeni lenti.

Per elementi di solaio o simili deve essere garantita una profondità dell'appoggio, a posa avvenuta, conforme agli elaborati progettuali e comunque non inferiore a 3 cm se è prevista in opera la formazione della continuità dell'unione, e non inferiore a 5 cm se definitivo. Per appoggi discontinui (nervature, denti) i valori precedenti vanno raddoppiati.

Per le travi, la profondità minima dell'appoggio definitivo deve essere conforme agli elaborati progettuali e comunque non inferiore a  $(8 + L/300)$  cm, essendo «L» la luce netta della trave in centimetri.

### 1.3.37 *Oneri specifici dell'appaltatore*

Oltre a tutti gli oneri di cui alle Norme Tecniche sono a completo carico del Appaltatore tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- gli elaborati costruttivi degli elementi prefabbricati con le indicazioni relative a stoccaggio, trasporto e posa in opera dei manufatti;
- effettuare le lavorazioni anche con soluzione di continuità;
- subordinare le operazioni di posa in opera alle indicazioni fornite dal monitoraggio in corso d'opera
- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti preesistenti;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dalle presenti Norme Tecniche, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto;
- realizzare tutte le opere provvisorie che si rendesse necessario costruire per la presenza vicino all'opera di fabbricati e/o manufatti;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- riparazione di eventuali danni causati, nonché le prestazioni di personale idoneo nel caso di necessità.

## 1.4 Sistema strutturale previsto

### 1.4.1 Sistema Pluripiano iperstatico

L'edilizia prefabbricata si deve spesso confrontare con la difficoltà di gestire le finiture di tipo 'tradizionale', con la eccessiva labilità dei nodi 'a secco' isostatici e con la difficoltà di assorbire le sollecitazioni dinamiche dell'azione sismica nel rispetto delle Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC 2008).

Il SISTEMA PLURIPIANO IPERSTATICO si pone per la sua capacità di abbinare la rapidità di esecuzione di un montaggio tipico delle strutture prefabbricate 'a secco', con il risultato di una struttura iperstatica, di industrializzare il "tradizionale".

I principali vantaggi legati all'utilizzo del SISTEMA PLURIPIANO IPERSTATICO possono essere riassunti nei punti seguenti:

- Maggiore certezza nella pianificazione del cantiere con conseguente miglioramento delle attività dello stesso, riducendo le lavorazioni in sito.
- Velocità di esecuzione nella realizzazione delle strutture.
- Costi certi.
- Utilizzo di manufatti dotati di marcatura CE e sottoposti ad un Sistema di Controllo di Qualità conforme alla norma UNI EN ISO 9001.
- Controllo rigoroso dei copriferrì previsti dalla normativa con conseguente miglioramento dei requisiti di durabilità degli elementi strutturali.
- Utilizzo di materiali ad elevate prestazioni (classe calcestruzzo minima C40/50).
- Capacità prestazionali antisismiche in accordo con le normative vigenti (NTC 2008, Eurocodici), sia in termini di resistenza sia in relazione alla capacità dissipativa dell'azione sismica correlata alla duttilità delle connessioni, sia per la minore deformabilità dei telai.
- Massima flessibilità nella distribuzione delle maglie strutturali e conseguente capacità di adattarsi alle molteplici soluzioni architettoniche, frutto di una vasta variabilità dimensionale dei singoli manufatti e dei componenti.
- Caratteristiche delle finiture che possono spaziare sia da quelle più tradizionali a quelle tipiche del settore. I tamponamenti possono essere realizzati con pannelli prefabbricati, con facciate continue ma anche con laterizi tradizionali, i pavimenti, le tramezzature, gli intonaci hanno la più alta gamma di possibilità di utilizzo.

Tutte queste caratteristiche si traducono in un miglioramento globale della qualità del prodotto finale.

La componentistica di base del SISTEMA è costituita dai seguenti elementi:

- Inserti di fondazione
- Pilastri pluripiano
- Travi autoportanti
- Solai autoportanti

I manufatti sopra descritti che rappresentano gli elementi peculiari del SISTEMA, possono essere integrati con altri elementi prefabbricati più comuni come pannelli, scale, velette etc.

#### 1.4.2 *L'inserto di fondazione*

L'inserto di fondazione è un dispositivo metallico da annegare nel getto della fondazione, ed ha lo scopo di sostenere il pilastro al montaggio e di consentirne la solidarizzazione con la fondazione stessa.

E' realizzato con una serie di scatolari metallici di cui si riporta un esempio qui a fianco.

Con l'ausilio di questo dispositivo è possibile abbinare il SISTEMA con qualsiasi tipo di fondazione, sia a trave rovescia, a sacco o a platea, tipiche delle strutture tradizionali.



#### 1.4.3 *Il pilastro*

I pilastri pluripiano sono pregettati in stabilimento su casseri orizzontali con finitura "contro cassero" per tre lati e il quarto frattazzato.

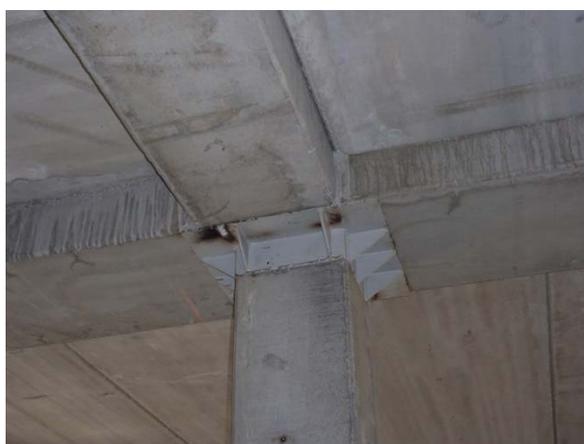
Sono realizzati in c.a. con calcestruzzo avente classe C35/45 ( $R_{ck} \geq 450 \text{ kg/cm}^2$ ) e acciaio del tipo B450C e sono completi di tutti gli inserti metallici (boccole, ganci e tubi) necessari alla loro movimentazione, montaggio e piombatura.

I pilastri presentano un'interruzione di getto in corrispondenza della quota altimetrica di posizionamento delle travi di piano, allo scopo di garantire, con l'aggiunta delle armature integrative e dei getti di completamento, la perfetta continuità strutturale del nodo trave-pilastro essenziale per le costruzioni in zona sismica; per la medesima funzione in sommità fuoriescono i ferri correnti per il nodo strutturale.

Il pilastro pluripiano è dotato di capitelli in c.a. o ferro, sporgenti o a scomparsa, per garantire l'appoggio delle travi autoportanti durante la fase di montaggio; una volta solidarizzato il nodo con il getto integrativo la funzionalità statica delle mensole viene meno.



Capitelli in c.a.



Capitelli in ferro

L'aspetto progettuale del pilastro rilevante e specifico del sistema, è la sua stabilità in fase di produzione, trasporto e montaggio.

Nel caso di struttura posata a secco per più piani il pilastro viene progettato per sostenere i pesi dei manufatti mediante le sole barre in acciaio passanti nel nodo, tenendo debitamente conto della loro snellezza.

Tutti i pilastri sono già dotati dell'armatura longitudinale e trasversale che scaturisce dalla progettazione strutturale condotta in accordo con le NTC 2008, rispettando in particolar modo i dettagli costruttivi indicati al capitolo 7 relativi agli edifici progettati in zona sismica.

#### 1.4.4 *La trave autoportante*

Le travi in c.a. semiprefabbricate sono realizzate con calcestruzzo avente classe C35/45 ( $R_{ck} \geq 450$  kg/cm<sup>2</sup>), sono costituite da una parte pregettata e da un traliccio metallico sporgente realizzato con acciaio tipo B450C, la finitura è liscia da cassero metallico.

Le travi sono ad armatura lenta, e hanno geometria idonea a ridurre al minimo le opere di carpenteria (sponde e naselli) e rendere quanto più efficace la loro solidarizzazione nel complesso strutturale.

Le tipologie di travi, nel caso di sistema posato a “secco” sono autoportanti ribassate rispetto all'impalcato e progettate, oltre che per le azioni di esercizio, anche per sostenere i carichi di montaggio relativi al proprio peso e a quello dei solai, senza l'ausilio di puntellature provvisorie.

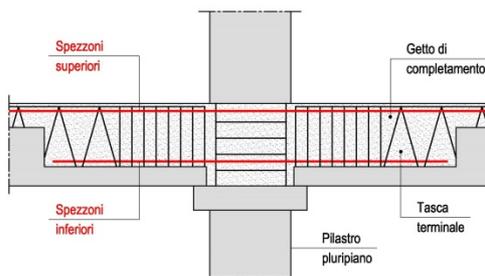


L'unione con i solai e i pilastri avviene attraverso la messa in opera di armature integrative e dei getti di completamento eseguiti con calcestruzzo di classe minima C25/30 ( $R_{ck} \geq 300$  kg/cm<sup>2</sup>), della parte tralicciata e dei nodi travi-pilastro.

Le armature integrative indispensabili per la creazione della continuità strutturale sono sempre fornite a corredo delle travi.

Le travi avranno lunghezza, larghezza, sagomatura ed armatura variabili a seconda delle sollecitazioni di calcolo, tutte le suddette informazioni sono deducibili dalle relazioni di calcolo e dai disegni di carpenteria che sono sempre allegati alla pratica dei cementi armati redatta dal progettista.

Le geometrie, pur mantenendo le peculiarità intrinseche del sistema sono molto variabili per forma e dimensioni, anche in relazione alla loro posizione (centrali o perimetrali), alla tipologia delle finiture e soprattutto in relazione allo stato di sollecitazione.



Particolare del nodo trave-pilastro

#### 1.4.5 *Il solaio autoportante*

Il SISTEMA può essere abbinato a diverse tipologie di solaio a seconda della tipologia costruttiva adottata.

Gli impalcati sono normalmente realizzati con lastre alveolari autoportanti, gettati con calcestruzzo di classe C45/55 ( $R_{ck} \geq 550 \text{ kg/cm}^2$ ).

La larghezza standard delle lastre è 120 cm, le testate sono predisposte con almeno 2 fresature e giunti longitudinali a nocciolo larghi alcuni centimetri, la finitura all'intradosso è liscia da cassero metallico.



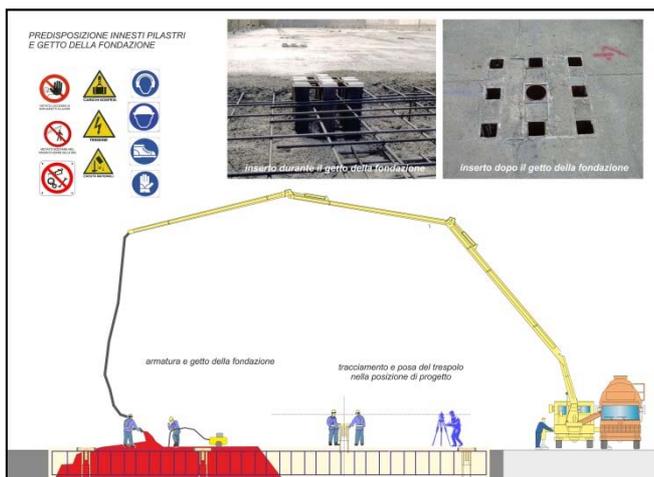
Pannello di lastre alveolare autoportante

L'unione dei solai con le travi avviene attraverso la messa in opera di armature integrative e dei getti di completamento eseguiti con calcestruzzo di classe minima C25/30 ( $R_{ck} \geq 300 \text{ kg/cm}^2$ ), realizzando così una continuità strutturale fra le campate adiacenti.

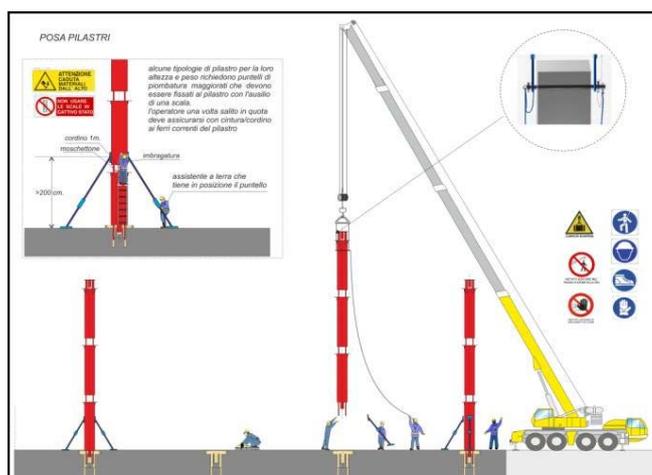
#### 1.4.6 *Il montaggio*

Il montaggio degli elementi costituenti il SISTEMA deve avvenire utilizzando mezzi di sollevamento idonei e manodopera specializzata.

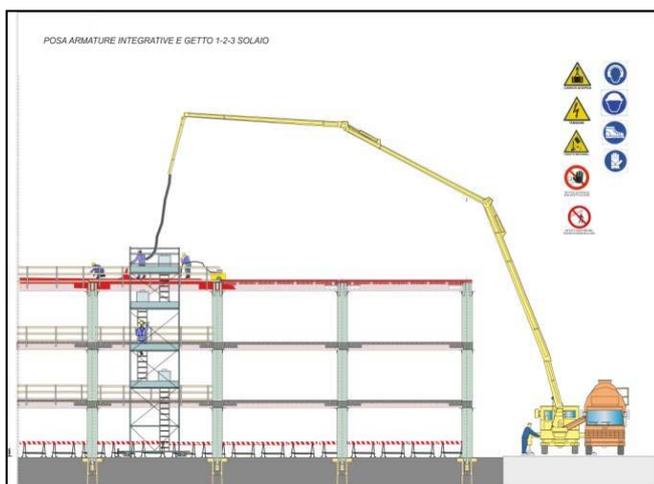
Le fasi principali sono schematizzate nelle immagini seguenti:



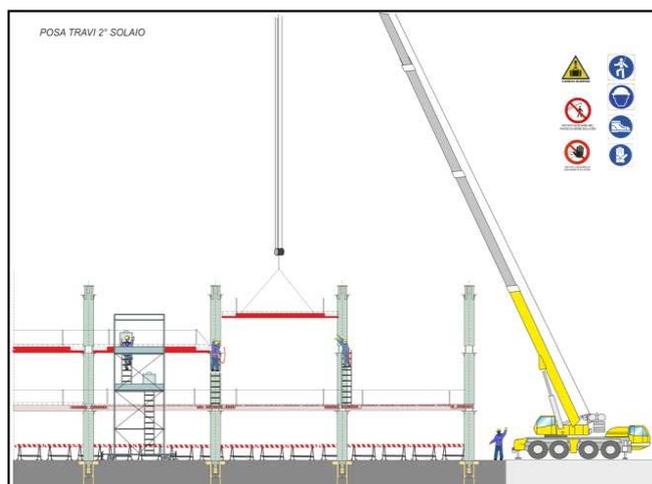
Posa degli inserti e getto fondazione



Posa dei pilastri pluripiano



Posa di travi e solai ai vari livelli



Posa delle armature e getto di completamento

## 1.5 Massetti - Sottofondi - Vespai

### 1.5.1 Massetti

#### 1.5.1.1 Oggetto e campo di applicazione

La presente norma disciplina l'esecuzione delle seguenti opere:

- massetti in cls per sottofondi di pavimenti;
- massetti in cls per formazione pendenze e protezione delle impermeabilizzazioni;
- massetti in conglomerato cementizio per la realizzazione del piano di posa di pavimenti non lapidei (piastrelle di ceramica, ecc.);

#### 1.5.1.2 Massetti per sottofondo di pavimenti

Il piano destinato alla posa di qualsiasi tipo di pavimento dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo in guisa che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del

pavimento da eseguire ed alla quota necessaria, tenuto conto anche del vario spessore degli elementi da impiegare.

Nel caso di temperature diurne eccezionalmente elevate l'esecuzione dei sottofondi e delle relative pavimentazioni dovrà essere limitato alle ore più fresche del mattino e della sera.

L'esecuzione dei sottofondi e dei sovrastanti pavimenti dovrà essere sospesa quando la temperatura scenda al disotto di un livello che possa dar luogo a pericolo di gelo.

All'atto della posa in opera dei pavimenti, i sottofondi non dovranno presentare lesioni di alcun genere, né saranno tollerate stuccature e risarcimenti.

Qualora non sia prevista l'adozione di sottofondi particolari questi dovranno corrispondere alle seguenti caratteristiche:

- a) la stratificazione del conglomerato non dovrà screpolare anche se di spessore sottile;
- b) i conglomerati dovranno presentare le seguenti resistenze minime a compressione:
  - dopo 7 giorni: 300 kg/cm<sup>2</sup> - dopo 28 giorni: 375 kg/cm<sup>2</sup>;
- c) i conglomerati dovranno presentare le seguenti resistenze minime a flessione:
  - dopo 7 giorni: 60 kg/cm<sup>2</sup> - dopo 28 giorni: 65 kg/cm<sup>2</sup>;
- d) l'inizio della presa dei conglomerati dovrà intervenire dopo circa tre ore dall'impasto;
- e) l'essiccamento dei conglomerati dovrà verificarsi entro 15-25 giorni a seconda della stagione;
- f) l'idratazione e l'indurimento dovrà aver luogo senza che la stratificazione del conglomerato subisca ritiri;
- g) la stratificazione del conglomerato dovrà essere insensibile alle variazioni di temperatura da 0 ad 80°C;
- h) lo spessore minimo della stratificazione di sottofondo non dovrà essere inferiore a 6/7 cm.

A fine di poter soddisfare quanto sopra specificato e per assicurare nella fase operativa la perfetta regola dell'arte nella realizzazione dei massetti di sottofondo, si prescrive quanto segue:

- **Strato separatore**

All'intradosso del massetto si dovrà prevedere l'uso di polietilene spessorato da stendere sulla caldana del solaio. Il sormonto tra un foglio di polietilene ed il successivo non dovrà essere inferiore a 10 cm e dovrà prevedere una nastratura di vincolo.

- **Massetto di sottofondo**

Il massetto, che avrà il compito di supportare il rivestimento prescelto (Klinker, gres porcellanato, lapideo, marmette, ecc.), non potrà avere uno spessore inferiore a 6 cm e prevederà l'uso di una rete metallica anti ossidante di maglia 5x10 cm con spessore da 2-4 mm collocata, mediante l'uso di distanziatori, al centro dello spessore dello stesso. Questo permetterà di contrastare, in fase plastica, eventuali ritiri del conglomerato cementizio e migliorare, a idratazione avvenuta, la portanza dei carichi.

- **Impermeabilizzazione nel caso di pavimentazioni interessate da acque superficiali**

A maturazione completata del massetto, si dovrà procedere alla rasatura impermeabilizzante, per uno spessore di 2,5 mm, con materiali tipo Mapelastic della Mapei con annegata rete in fibra di vetro. Tale finitura eviterà, che la permeazione di acqua attraverso la sovrastante pavimentazione, interessi il sottofondo cementizio danneggiandolo nel tempo.

- **Giunti di dilatazione e di ripartizione**

Prima di procedere all'incollaggio della pavimentazione (o durante la posa della stessa), si dovrà prevedere sul massetto un sistema di giunti di dilatazione e ripartizione, che saranno rispettati in fase di posa della pavimentazione. Tali giunti devono esser previsti in riquadrature non superiori a 10-12 mq ed il cui lato corto del riquadro, moltiplicato per 1,5, deve essere superiore o uguale al lato lungo. I giunti perimetrali devono essere posizionati lungo il perimetro chiuso ed attorno ai pilastri, alle griglie, ecc.. Il giunto di dilatazione, di larghezza pari a 7/10 mm, dovrà essere inciso nel massetto per  $\frac{3}{4}$  del suo spessore in modo da creare delle vere e proprie isole indipendenti, ed adeguatamente sigillato in superficie con sigillante siliconico a reticolazione acetica previo inserimento nel giunto di cordoncino in schiuma polietilenica estrusa a cellule chiuse.

#### ***1.5.1.3 Massetti per formazione pendenze e protezione delle impermeabilizzazioni***

Massetto per isolamento termico e/o alleggerimento premiscelato in sacchi, a base di argilla espansa idrorepellente (assorbimento dell'acqua inferiore al 2% a 30 min. secondo UNI 7549 ), densità in opera ca, 610 kg / m<sup>3</sup> e resistenza a compressione 25 kg / cm<sup>2</sup>; pompabile con pompe tradizionali da sottofondo, impastato con acqua, dato in opera, steso e spianato nello spessore minimo di cm 5, configurato anche secondo pendenza, compreso il trasporto, lo scarico dall'automezzo, l'accatastamento, l'avvicinamento al luogo di posa, compreso altresì l'uso, all'occorrenza, di qualsiasi apparecchiatura anche meccanica atta ed idonea a dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte : -  
Massetto per isolamento termico e/o alleggerimento premiscelato di spessore 5 cm

#### ***1.5.1.4 Modalità di valutazione***

I prezzi di elenco per ciascun genere di sottofondo compensano tutti gli oneri di lavorazione per dare i sottofondi stessi completi e rifiniti come prescritto negli articoli precedenti, compreso il trattamento superficiale richiesto dalla D.L..

#### ***1.5.1.5 Vespaio Aerato***

Al fine al fine di migliorare le condizioni ambientali nel progetto si introdotta la realizzazione di un vespaio aerato eseguito con cupolette tipo "Igloo" con elementi assemblati ad incastro, da poggiare su sottostante piano preventivamente livellato, con successivo getto integrativo di cls turato a frattazzo, dopo il posizionamento di una rete metallica di dimensioni idonee in funzione delle caratteristiche di portanza che detto sistema deve assumere.

Si tratta di casseformi modulari in plastica riciclata che posate e agganciate tra di loro fungono da cassaforma a perdere per la realizzazione di un piano orizzontale al di sotto del quale si forma una cavità ventilata. Il sistema è completato da pannelli in plastica che permettono di gettare le travi di fondazione insieme al pavimento rendendo ancora più rapida la realizzazione del vespaio. Il vuoto sanitario sottostante deve essere messo in collegamento con l'esterno tramite la creazione di opportune aperture sulle travi intermedie e sui cordoli perimetrali. Gli sfoghi con l'esterno posti a distanza compresa fra i 2,5 - 3 metri di distanza devono risultare a quote differenziate fra il lato caldo (generalmente sud) e il lato freddo (generalmente nord) per provocare una ventilazione naturale che

permetta all'aria esterna di entrare dalle aperture poste sui lati più freddi, caricarsi del gas radon ed uscire dal vespaio in base al noto effetto camino dalle aperture poste ad altezza maggiore (anche a tetto, se possibile) sui lati caldi. Portata del vespaio aerato di 600 daN/mq.

Le casseforme tipo Igloo potranno avere dimensioni di 50 x 50 cm (in interasse) e diversa di altezza, foggia convessa in appoggio unicamente sui quattro piedi laterali per garantire massima ventilazione e agevolare il passaggio delle utenze e possedere a secco una resistenza allo sfondamento di 150 kg in corrispondenza del centro dell'arco mediante pressore di dimensioni 8 x 8 cm.

La cassaforma in plastica riciclata non deve rilasciare sostanze inquinanti, deve essere corredata da Certificato di Conformità Ambientale e prodotta da Azienda Certificata secondo le Norme Internazionali UNI EN ISO 9001 (Qualità), UNI EN ISO 14001 (Ambiente); BSI OHSAS 18001 (Sicurezza) e SA 8000 (Responsabilità Sociale).

## 1.6 Pavimenti e rivestimenti

### 1.6.1 *Prodotti per pavimentazione e controsoffitti*

#### **1.6.1.1 Generalità. Definizioni**

Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

I termini funzionali del sottosistema parziale “pavimentazione” e degli strati funzionali che lo compongono sono quelli definiti dalla norma UNI 7998, in particolare:

- rivestimento: strato di finitura;
- supporto: strato sottostante il rivestimento;
- suolo: strato di terreno avente la funzione di sopportare i carichi trasmessi dalla pavimentazione;
- massicciata: strato avente la funzione di sopportare i carichi trasmessi dalla pavimentazione;
- strato di scorrimento: strato di compensazione tra i vari strati contigui della pavimentazione;
- strato di impermeabilizzazione: strato atto a garantire alla pavimentazione la penetrazione di liquidi;
- strato di isolamento termico: strato atto a conferire alla pavimentazione un grado stabilito di isolamento termico;
- strato di isolamento acustico: strato atto a conferire alla pavimentazione un grado stabilito di isolamento acustico;
- strato portante: strato strutturale (come, ad esempio, il solaio) atto a resistere ai carichi trasmessi dalla pavimentazione;
- strato ripartitore: strato avente la funzione di trasmettere le sollecitazioni della pavimentazione allo strato portante;
- strato di compensazione: strato avente la funzione di fissare la pavimentazione e di compensare eventuali dislivelli.

Il direttore dei lavori, ai fini dell'accettazione dei prodotti, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni contrattuali.

#### **NORME DI RIFERIMENTO GENERALI**

R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 - Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione;

UNI 7998 - Edilizia. Pavimentazioni. Terminologia;

UNI 7999 - Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti.

***NORME DI RIFERIMENTO PER RIVESTIMENTI RESILIENTI PER PAVIMENTAZIONI***

- UNI CEN/TS 14472-1 - Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Generalità;
- UNI CEN/TS 14472-2 - Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Rivestimenti tessili per pavimentazioni;
- UNI CEN/TS 14472-3 - Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Rivestimenti laminati per pavimentazioni;
- UNI EN 1081 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza elettrica;
- UNI EN 12103 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Supporti di agglomerato di sughero. Specifiche;
- UNI EN 12104 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle di sughero. Specifica;
- UNI EN 12105 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione del contenuto di umidità degli agglomerati a base di sughero;
- UNI EN 12455 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifiche per supporti a base di sughero;
- UNI EN 12466 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Vocabolario;
- UNI EN 13893 - Rivestimenti resilienti, laminati e tessili per pavimentazioni. Misura del coefficiente dinamico di attrito su superfici di pavimenti asciutte;
- UNI EN 1399 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla bruciatura di sigaretta e di mozziconi di sigaretta;
- UNI EN 14041 - Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Caratteristiche essenziali;
- UNI EN 14085 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifiche per pannelli da pavimento con posa a secco;
- UNI EN 14565 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di polimeri termoplastici sintetici. Specifiche;
- UNI CEN/TS 15398 - Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Simboli normalizzati per i rivestimenti per pavimentazioni;
- UNI CEN/TS 15398 - Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Simboli normalizzati per pavimentazioni;
- UNI EN 1815 - Rivestimenti resilienti e tessili per pavimentazioni. Valutazione della propensione all'accumulo di elettricità statica;
- UNI EN 1818 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'azione di rotelle orientabili con carico pesante;
- UNI EN 423 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla macchia;
- UNI EN 424 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'effetto del movimento simulato dalla gamba di un mobile;
- UNI EN 425 - Rivestimenti resilienti e laminati per pavimentazioni. Prova della sedia con ruote;
- UNI EN 426 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della larghezza, lunghezza, rettilineità e planarità dei prodotti in rotoli;
- UNI EN 427 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della lunghezza dei lati, dell'ortogonalità e della rettilineità delle piastrelle;
- UNI EN 428 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dello spessore totale;
- UNI EN 429 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dello spessore degli strati;
- UNI EN 430 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa areica;
- UNI EN 431 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della forza di adesione

tra gli strati;

UNI EN 432 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della forza di lacerazione;

UNI EN 433 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'impronta residua dopo

l'applicazione di un carico statico;

UNI EN 434 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della stabilità dimensionale e

dell'incurvamento dopo esposizione al calore;

UNI EN 435 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della flessibilità;

UNI EN 436 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica;

UNI EN 660-1 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'usura. Prova di

Stuttgart;

UNI EN 660-2 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'usura. Parte 2:

Prova di Frick-Taber;

UNI EN 661 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della propagazione dell'acqua;

UNI EN 662- Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'incurvamento per esposizione

all'umidità;

UNI EN 663 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della profondità convenzionale del

rilievo;

UNI EN 664 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della perdita di sostanze volatili;

UNI EN 665 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della essudazione dei plastificanti;

UNI EN 666 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della gelatinizzazione;

UNI EN 669 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della stabilità dimensionale delle

piastrelle di linoleum dovuta a variazioni dell'umidità atmosferica;

UNI EN 670 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Identificazione del linoleum e determinazione del

contenuto di cemento e della cenere residua;

UNI EN 672 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica apparente del

sughero agglomerato;

UNI EN 684 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza delle giunzioni;

UNI EN 685 - Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Classificazione;

#### NORMA DI RIFERIMENTO PER LA POSA IN OPERA

UNI 10329 - Posa dei rivestimenti di pavimentazione. Misurazione del contenuto di umidità negli strati di supporto cementizi o simili.

#### ***1.6.1.2 Requisiti di accettazione***

L'analisi dei requisiti dei prodotti per pavimentazioni deve essere condotta nel rispetto della norma

UNI 7999. In particolare, la pavimentazione dovrà resistere:

- alle forze agenti in direzione normale e tangenziale;
- alle azioni fisiche (variazioni di temperatura e umidità);
- all'azione dell'acqua (pressione, temperatura, durata del contatto, ecc.);
- ai fattori chimico-fisici (agenti chimici, detersivi, sostanze volatili);
- ai fattori elettrici (generazione di cariche elettriche);
- ai fattori biologici (insetti, muffe, batteri);
- ai fattori pirici (incendio, cadute di oggetti incandescenti, ecc.);
- ai fattori radioattivi (contaminazioni e alterazioni chimico fisiche).

Per effetto delle azioni sopraelencate, la pavimentazione non dovrà subire le alterazioni o i danneggiamenti indicati dalla norma UNI 7999, nello specifico:

- deformazioni;
- scheggiature;
- abrasioni;
- incisioni;
- variazioni di aspetto;
- variazioni di colore;
- variazioni dimensionali;
- vibrazioni;
- rumori non attenuati;
- assorbimento d'acqua;
- assorbimento di sostanze chimiche;
- assorbimento di sostanze detersive;
- emissione di odori;
- emissione di sostanze nocive.

Classificazione su metodo di formatura e assorbimento d'acqua delle piastrelle in ceramica

Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto, tenendo conto

che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cottoforte, gres, ecc.) devono essere associate alla

classificazione basata sul metodo di formatura mediante estrusione (metodo A) o pressatura (metodo B) a

temperatura ambiente o con altri processi produttivi (metodo C).

Il rivestimento deve essere vetroso e impermeabile ai liquidi. La superficie delle piastrelle non smaltata deve essere levigata.

I tre gruppi di assorbimento d'acqua (E) per le piastrelle pressate o estruse previste dalla norma UNI EN 14411

sono schematizzati nella tabella seguente:

Assorbimento d'acqua (E) in %						
Basso assorbimento d'acqua		Medio assorbimento d'acqua				Alto assorbimento d'acqua
Gruppo BI <sup>a</sup> E ≤ 0,5%	Gruppo BI <sup>b</sup> 0,5% < E ≤ 3%	Gruppo AII <sup>a</sup> 3% < E ≤ 6%	Gruppo AII <sup>b</sup> 6% < E < 10%	Gruppo BII <sup>a</sup> 3% < E ≤ 6%	Gruppo BII <sup>b</sup> 6% < E ≤ 10%	Gruppo III E > 10%
Piastrelle pressate a secco		Piastrelle estruse		Piastrelle pressate		-

### ***1.6.1.3 Imballaggi e indicazioni***

Le piastrelle di ceramica devono essere contenute in appositi imballi che le proteggano da azioni meccaniche, sporcatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

In applicazione della norma UNI EN 14411, le piastrelle di ceramica e/o i loro imballaggi devono riportare:

- il marchio del fabbricante e/o il marchio del venditore e il paese di origine;
- il marchio indicante la prima scelta;
- il tipo di piastrelle e il riferimento all'appendice della stessa norma UNI EN 14411;
- le dimensioni nominali e le dimensioni di fabbricazione, modulari (M) o non modulari;
- la natura della superficie, smaltata (GL) o non smaltata (UGL).

In caso di piastrelle per pavimento devono essere riportati:

- i risultati ottenuti dalla prova di scivolosità;
- la classe di abrasione per le piastrelle smaltate.

### ***1.6.1.4 Requisiti prestazionali della pavimentazione antisdrucchiolevole***

Per pavimentazione antisdrucchiolevole si intende una pavimentazione realizzata con materiali il cui coefficiente di attrito, misurato secondo il metodo della British Ceramic Research Association Ltd. (B.C.R.A.) Rep. CEC.

6/81, sia superiore ai seguenti valori previsti dal D.M. n. 236/1989:

- 0,40 per elemento scivolante cuoio su pavimentazione asciutta;
- 0,40 per elemento scivolante gomma dura standard su pavimentazione bagnata.

I valori di attrito predetti non devono essere modificati dall'apposizione di strati di finitura lucidanti o di protezione che, se previsti, devono essere applicati sui materiali stessi prima della prova.

Le ipotesi di condizione della pavimentazione (asciutta o bagnata) devono essere assunte in base alle condizioni normali del luogo ove sia posta in opera.

Gli strati di supporto della pavimentazione devono essere idonei a sopportare nel tempo la pavimentazione e i sovraccarichi previsti, nonché ad assicurare il bloccaggio duraturo degli elementi costituenti la pavimentazione stessa.

Gli elementi costituenti una pavimentazione devono presentare giunture inferiori a 5 mm, stilate con materiali durevoli ed essere piani con eventuali risalti di spessore non superiore a 2 mm.

I grigliati inseriti nella pavimentazione devono essere realizzati con maglie non attraversabili da una sfera di 2 cm di diametro.

I grigliati a elementi paralleli devono, comunque, essere posti con gli elementi ortogonali alla direzione di marcia.

### ***1.6.1.5 Designazione***

Le piastrelle di ceramica, come previsto dalla norma UNI EN 14411, devono essere designate riportando:

- il metodo di formatura;
- l'appendice della norma UNI EN 14411, che riguarda il gruppo specifico delle piastrelle;
- le dimensioni nominali e di fabbricazione, modulari (M) o non modulari;
- la natura della superficie: smaltata (GL) o non smaltata (UGL).

### ***1.6.1.6 Norme generali di esecuzione pavimenti***

Nell'esecuzione di pavimenti da porre in opera con malta dovrà essere usata la massima cura nel non far passare la malta di allettamento attraverso le fessure degli elementi costituenti i pavimenti di qualsiasi tipo, materiale, dimensione e forma essi siano; pertanto gli elementi dovranno essere adagiati sopra lo strato di malta di allettamento, impostandoli prima con leggera pressione delle mani e poi battendoli cautamente col manico del martello fino a perfetta aderenza ai bordi degli elementi già collocati.

Gli elementi dei pavimenti dovranno risultare perfettamente fissati al sottofondo.

Gli elementi dei pavimenti dovranno essere preventivamente bagnati affinché siano bene imbevuti d'acqua e comunque a seconda delle varie tipologie secondo le prescrizioni della ditta fornitrice e/o secondo quanto prescritto dalla D.L..

Occorrendo parti di elementi per il completamento dei pavimenti, questi dovranno essere tagliati sempre con appositi ed idonei utensili, essendo assolutamente proibito effettuare tagli col martello, con lo scalpello, ecc..

Dovranno sempre essere impiegati elementi di uguale preparazione, epoca di fabbricazione, provenienza, di uguale tipo e qualità di mescolanza.

Pertanto saranno ritenute nulle le discolpe, di qualunque genere, che l'APPALTATORE possa presentare circa la tonalità di colore, le dimensioni, l'assortimento in quanto la continuità e la omogeneità di tutte le caratteristiche dei pavimenti forniti e da porre in opera è a tutto rischio dell'APPALTATORE medesimo.

La posa in opera degli elementi della pavimentazione dovrà essere curata al massimo; nessun elemento dovrà sporgere fuori dall'altro sia nel caso geometrie rettilinee che nel caso della riproduzione di particolari geometrie curvilinee di progetto.

Non dovranno essere posti in opera elementi anche minimamente imperfetti per rotture ai bordi ed agli spigoli. I pavimenti dovranno risultare perfettamente in piano, e pertanto si dovrà procedere alla loro posa in opera con il continuo controllo della livella. Nelle pareti dell'ambiente da pavimentare gli elementi si addenteranno per 20 mm entro l'intonaco tirato verticalmente fino al pavimento, evitando quindi ogni raccordo o guscio.

Ad ogni sospensione di lavoro si dovrà aver cura di verificare che il contorno dei tratti già posati e che restano interrotti sia ben allineato, e di rifilare la malta lungo il perimetro dell'interruzione.

Per superfici molto estese dovranno essere previsti giunti di compartimentazione sia longitudinali che trasversali.

Gli elementi dei pavimenti potranno essere richiesti di diversa forma e colore, e nella posa in opera il Direttore dei Lavori potrà ordinare speciali disposizioni a riquadri o disegni geometrici anche con

forme curvilinee. L'APPALTATORE ha l'obbligo di presentare al Direttore dei lavori i campioni dei pavimenti prescritti, come ha l'obbligo di eseguire campioni di pavimenti in opera.

A pavimentazione ultimata l'APPALTATORE dovrà aver cura di far procedere ad una buona pulizia della superficie affinché non vi rimanga sopra, e non vi indurisca, la malta.

La superficie della pavimentazione non dovrà presentare macchie di sorta. Per un periodo di almeno 10 giorni dopo l'ultimazione del pavimento, l'APPALTATORE ha l'obbligo di impedire, a mezzo di chiusure provvisorie, l'accesso di chiunque nei locali, e ciò anche per i pavimenti posti in opera da altre ditte.

Qualora vi sia necessità di transitare su pavimenti di recente esecuzione, l'APPALTATORE dovrà predisporre su di essi idoneo tavolato, con interposto uno spesso strato di segatura di abete o di sabbia fina. I pavimenti posti all'esterno dovranno essere convenientemente protetti dalla azione diretta dei raggi solari per il tempo necessario alla normale presa ed indurimento della malta, ed all'occorrenza dovranno essere mantenuti leggermente bagnati nei primi giorni; dovranno anche essere protetti, con idonei provvedimenti, sia dal vento che dalla pioggia violenta. Ove i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio di persone o per altre cause, l'APPALTATORE dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.

Non potranno essere accettati pavimenti che presentassero una qualsiasi, anche minima, imperfezione dipendente dalla mancata osservanza delle norme sopra indicate e di quanto altro precisato e disposto in ogni punto del presente articolo; pertanto ogni qualvolta si manifestasse anche una sola delle imperfezioni suddette, o comunque danni, guasti e degradamenti, l'APPALTATORE è obbligato alla demolizione dei pavimenti contestati ed al loro successivo rifacimento.

L'APPALTATORE dovrà anche provvedere, a sua cura e spese, alla rimessa in pristino dei lavori compiuti quali ad esempio zoccolotti, intonaci, lavori da pittore, rivestimenti, infissi, ecc., che in conseguenza della demolizione dei pavimenti dovessero subire manomissioni o degradamenti, oltre al risarcimento degli eventuali danni.

L'APPALTATORE è responsabile delle imperfezioni fino alla approvazione del collaudo, e non potrà mai invocare a sua discolpa né l'avvenuta accettazione del materiale da parte del Direttore dei Lavori né la mancanza di specifici ordini durante il collocamento in opera, né la mancata presentazione di eccezioni od altro da parte del Direttore dei Lavori, sia dopo l'ultimazione delle pavimentazioni che in corso di consegna anticipata e di anticipato uso delle pavimentazioni stesse, né per caso fortuito, né per qualsiasi imprevidenza od imprecisione.

Il rifiuto delle pavimentazioni, sia da parte della DIREZIONE LAVORI, sia nel corso del collaudo, può avvenire anche dopo l'occupazione degli edifici da parte degli aventi diritto o dal Committente; l'APPALTATORE sarà obbligato, in tal caso, a sopportare i maggiori oneri che il rifacimento delle pavimentazioni non accettate comporta, la rimessa in pristino stato di quanto manomesso o degradato.

## 1.6.2 *Pavimenti in in gres fine porcellanato*

### Caratteristiche tecniche delle Piastrelle

Sono previsti i seguenti tipi di piastrelle in gres porcellanato colorato in massa

- Piastrelle in gres effetto pietra colore greige (tipo Mystone Pietra di Vals – Marazzi o similare) – spessore 10,5mm nei formati 60x60 e 30x120 e spessore 20 mm nei formati 40 x 120
- Piastrelle in gres effetto resina colore silver (tipo Block – Marazzi o similari) – spessore 9,5mm nei formati 60x60
- Piastrelle in gres ad alte prestazioni tecniche nei colori bianco neutro, sabbia e grigio medio (tipo SistemN – Marazzi o similari) – spessore 10,5 mm nei formati 60x60
- Piastrelle in gres tecnico caratterizzato da superfici con microgranuli, colore grigio chiaro spessore 8,5mm nel formato 30x30 (tipo SistemT Graniti – Marazzi e similari)

Caratteristiche tecniche in conformità alla norma di riferimento: UNI EN 14411-G.

### Modalità di posa

Le piastrelle potranno essere poste in opera con malta di allettamento o con adesivi. In entrambi i casi il letto di posa sarà costituito da massetto cementizio ( vedi capitolo “massetti”).

Per la posa con malta questa sarà costituita da un impasto avente la consistenza di “terra umida”, e verrà stesa, tirata a staggia e fratazzata per lo spessore richiesto. Su detto letto di posa si applicherà una boiaccia di cemento su cui verranno quindi posate le piastrelle, che saranno successivamente battute in modo che la malta riempia e sbocchi dalle connessioni e verranno stuccate di nuovo con malta liquida e tirate a lucido con segatura bagnata.

Le mattonelle greificate, prima del loro impiego, se prescritto dovranno essere bagnate a rifiuto per immersione. Nel caso di posa con adesivo il massetto, realizzato in conformità alle prescrizioni di questo capitolato, delle dimensioni indicate nei disegni di progetto e dovrà avere una buona stagionatura (almeno una settimana per ogni cm di spessore). Dopo l'esecuzione il massetto dovrà essere umidificato per almeno 15 giorni, per evitare una rapida evaporazione. L'adesivo sarà di tipo modificato con resina liquida, a leganti misti incorporati o a due componenti, certificato per l'impiego con piastrelle di ceramiche con grado di assorbimento all'acqua inferiore allo 0,1% ed approvato dalla D.L. La posa in opera dovrà essere eseguita in conformità alle prescrizioni scritte dei produttori dell'adesivo e delle piastrelle, che l'APPALTATORE dovrà fornire alla D.L. con la richiesta di approvazione dei materiali. La D.L. potrà ordinare, nel rispetto di quanto previsto in progetto, la costruzione di riquadri necessari per la formazione di giunti. Ove richiesto dovrà essere eseguito il battiscopa con i pezzi speciali dello stesso materiale della pavimentazione.

### **1.6.2.1 *Pavimenti sopraelevati***

Nelle zone uffici verranno adottate le pavimentazioni sopraelevate.

In fase di determinazione per lo sviluppo planimetrico degli ambienti, è bene operare un coordinamento dimensionale delle superfici in modo da favorire l'impiego di elementi tutti della medesima gamma dimensionale e di evitare eventuali aggiustamenti lungo le zone perimetrali.

Un particolare problema è rappresentato dalla concentrazione dei carichi lungo il sistema di appoggi discreti in tutte quelle situazioni in cui o per la realizzazione della pavimentazione sopraelevata su pavimentazione preesistente o per la scelta di operare con stratificazioni funzionali già nel pacchetto degli strati componenti la partizione orizzontale (inserimento di strati termocoibenti, o di ammortizzazione) non ci si trovi in condizioni di avere supporti sufficientemente resistenti.

In questi casi è possibile operare sia attraverso l'impiego di strati di ripartizione dei carichi più o meno armati, che tuttavia incidono negativamente aumentando il carico permanente previsto dal sistema strutturale, sia attraverso un aumento delle superfici di appoggio delle singole colonne.

La struttura del pavimento dovrà essere costituita da un reticolo di montanti e traversi in acciaio sui quali si distribuisce uniformemente il carico, conferendo una più elevata resistenza meccanica. Le montanti saranno costituite da elementi tubolari in acciaio nervato di lato non inferiore a 22 mm e spessore non inferiore a 2 mm, di altezza regolabile e di altezza max 50 cm, poggianti su basi di forma quadrata o circolare. La testa della colonna dovrà essere del tipo a crociera, per contenere i traversi dell'intelaiatura orizzontale. Ad essa dovrà essere saldata una barra filettata di sezione non inferiore a mm 16, dotata di dispositivo che consenta il blocco della regolazione. I traversi dovranno essere in acciaio zincato di spessore non inferiore a 1.5 mm, di sezione rettangolare e dovranno formare una griglia quadrata di mm 600x600.

La struttura di sostegno del pavimento dovrà essere elettricamente collegata all'impianto di terra mediante collegamento di alcuni punti perimetrali alla rete del fabbricato.

Al di sopra della struttura descritta dovranno essere posizionati pannelli (spessore 30-34 mm) di pavimentazione con finitura superiore in gres fine porcellanato simile a quella degli altri locali adiacenti, mentre la parte inferiore del pannello, a seconda della destinazione d'uso, è rivestita in alluminio, vaschetta d'acciaio o laminato plastico equilibrante.

Il foglio d'alluminio agisce da barriera vapore mentre l'acciaio zincato ne incrementa la portata.

La campionatura del materiale costituente la struttura e gli elementi di finitura dovranno essere tempestivamente sottoposti alla D.L. per la preventiva approvazione.

**Resistenza e Reazione al Fuoco:** La normativa europea di riferimento per il settore pavimenti sopraelevati è la EN 13501-1 relativa alla classificazione della reazione al fuoco e la EN 13501-2 relativa alla classificazione della resistenza al fuoco.

Il sistema "pavimento sopraelevato" dovrà presentare caratteristiche di resistenza al fuoco in funzione dell'ambiente di utilizzo.

I pannelli dovranno essere certificati in conformità al DM 26/06/84 e s.m.i., metodo di prova ISO 1182, re dovranno risultare in classe "0" (zero) incombustibile.

I pannelli dovranno essere stati provati ed omologati secondo quanto dispone il Decreto Ministeriale del 26/06/84, supplemento ordinario Gazzetta Ufficiale N. 235 del 25/08/84 ed elencati nel supplemento alla G.U. del 29/08/86.

**Resistenza Meccanica:** La normativa europea di riferimento del settore pavimenti sopraelevati è la EN 12825. Per quanto riguarda l'Italia, prima dell'introduzione della nuova normativa europea ci si riferiva al pacchetto di norme UNI 10465, UNI 10466, UNI 10467, UNI 10467-1, UNI 10467-2, UNI 10467-3, UNI 10467-4 e UNI 10467-5.

La resistenza meccanica, intesa come la capacità di un pavimento di resistere, flettendosi, ad un dato carico che grava su di esso, dovrà essere tale da garantire una portata nei confronti di un carico uniformemente distribuito di 500 daN/mq.

Finitura Pannelli: Piastre piane in gres fine porcellanato - composte da un impasto di argille, caolini, quarzo e feldspati e ottenute per sinterizzazione a temperature superiori ai 1200° C. (per le caratteristiche tecniche del gres fine porcellanato, vedere par. 13.8.1.4). Caratteristiche principali di tale finitura sono la buona resistenza all'usura, all'attacco chimico, alle macchie, agli agenti atmosferici, alla flessione, all'invecchiamento spessore 8-11 mm, formato 60x60 cm, finitura naturale o levigata, classe di reazione al fuoco "0".

Accessori per la fuoriuscita dei servizi: è compresa la fornitura di accessori (torrette di distribuzione, sportelli di accesso a scomparsa che al contrario delle torrette non intralciano. Il piano sottostante il rivestimento è realizzato con una lamiera da 5 mm, sufficiente per sopportare carichi medio/leggeri, pannelli forati e griglie) per la realizzazione di fuoriuscita delle torrette elettriche, telefoniche e dati, passaggio d'aria, ecc.

Ove necessario saranno fornite e posate a carico della APPALTATORE, rampe di raccordo (che posso essere del tipo in legno con rivestimento in gomma rigata o altro materiale antiscivolo) o gradini di raccordo, giunti di dilatazione (costituito da un profilo portante in alluminio e da una guarnizione in neoprene), suddivisioni tagliafuoco, controventature, battiscopa (in materiale plastico o in alluminio anodizzato o in legno verniciato, a scelta della D.L.), battuta perimetrale (realizzata in truciolare bime laminico colore nero).

#### Modalità di posa

Prima di procedere con il montaggio si deve effettuare la pulizia della soletta.

Partire da due pareti quanto più possibile ortogonali; fissare due fili ben tesi ad una altezza di 2 - 3 cm superiore a quella prevista per il pavimento finito e ad una distanza dalle pareti non superiore a 58 cm circa; verificarne quindi l'ortogonalità utilizzando la regola del 3-4-5. Se possibile verificare che contro nessuna parete vengano a trovarsi ritagli di pannello di misura inferiore a 15 cm circa. Inserire nella estremità non rastremata dello stelo quadro la piastrina di fissaggio. Inserire le basi nella estremità rastremata dei tubi quadri e distribuire le colonnine così risultanti seguendo approssimativamente il modulo reticolare, allineandole al riferimento dei fili ortogonali. Iniziando dall'incrocio dei fili montare l'intelaiatura orizzontale (traversi) a modulo intero. Inserire le viti di fissaggio e serrarle. Se si usa un avvitatore elettrico fare attenzione che l'attrezzo sia frizionato adeguatamente per non spannare la piastrina. Allineare la struttura secondo l'esatto modulo reticolare con l'ausilio dei riferimenti dei fili e con l'aiuto del doppio decametro in acciaio.7) Posizionare in quota la colonnina più vicina ad un caposaldo altimetrico prefissato dal cliente. Utilizzando il laser o un teodolite ottico o una stadia rigida di lunghezza uguale a 5 moduli (3 m) ed una livella a bolla d'aria, procedere a livellare tutte le altre colonnine. Ricoprire la struttura con le relative guarnizioni. A questo punto possono essere posati i pannelli interi per file ortogonali iniziando dall'incrocio dei fili ed aiutandosi con un martello in gomma o plastica, assettando la struttura secondo quanto richiesto dal modulo dei pannelli. Fare attenzione a non danneggiare il rivestimento dei pannelli. Completare la posa della struttura perimetrale tagliando a misura i relativi traversi, che verranno sostenuti all'estremità tagliata dagli appositi terminali in essi inseriti. In caso di tagli perimetrali di pannelli di ridotte dimensioni, o per qualsiasi esigenza, se l'ultima colonnina resta eccessivamente staccata dalla parete, porre in opera uno spezzone di traverso fra la parete e la colonnina stessa. Ricoprire tale spezzone con guarnizione. Tagliare con coltello tagliabalsa le alette delle guarnizioni parallele alla parete perimetrale di contrasto, che altrimenti ostacolerebbero il corretto appoggio dei pannelli perimetrali.

Ultimare la posa con i pannelli perimetrali tagliati a misura. Spazzare il pavimento e rimuovere e portare a discarica i materiali risulta, accatastandoli al piano su pallet in prossimità del pavimento stesso. A posa e pulizia ultimate si raccomanda di coprire il pavimento con materiale idoneo alla

protezione da eventuali impatti, graffi e abrasioni, come ad esempio MDF di spessore 2-3 mm o prodotto simile.

### ***1.6.2.2 Pavimenti – guida per ipovedenti***

Pavimentazione caratterizzata da una texture in rilievo per stimolare il senso tattile del piede e sfruttare il contatto del bastone sulla piastrella. I contrasti cromatici e i colori sono utili come ulteriore segnalazione per gli ipovedenti, e saranno a scelta della Direzione Lavori.

#### ***Pavimenti- guida per gli spazi esterni in massello di cemento***

Pavimento in lastre tattili per esterni in cemento e graniglie di pietre naturali per la formazione di percorsi per non vedenti, superficie antiscivolo con disegni e rilievi per le diverse tipologie di percorso, antigelive e carrabili, spessore totale 35 mm, in due strati di cui il superiore di spessore 20 mm composto da scaglie di pietre naturali, quarzi e cemento Portland tipo 42,5 e l'inferiore di spessore 15 mm composto da sabbie silicee, calcaree e cemento Portland tipo 42,5, poste in opera con malta di cemento su adeguato sottofondo da pagarsi a parte, nelle seguenti dimensioni e tipologie: colore a scelta della DL:

- svolta ad angolo, 600 x 600 mm;
- incrocio, 600 x 600 mm
- pericolo valicabile, 600 x 400 mm
- arresto pericolo, 400 x 400 mm
- attenzione servizio, 400 x 300 mm
- rettilineo, 400 x 300 mm

Le caratteristiche ed i controlli di produzione sono rispondenti ai requisiti previsti dalla norma UNI EN 1339.

#### **Modalità di posa:**

La posa in opera deve essere molto accurata, onde assicurare una buona complanarità delle superfici e continuità dei vari elementi per una corretta interpretazione dei messaggi (particolarmente per la continuità dei canali laterali, nei quali si incanala la punta del bastone bianco, e quando si incontra il codice di svolta). Il pavimento guida per ipovedenti in gres verrà posato con idonea malta di allettamento/collante rispettando la disposizione prevista negli elaborati di progetto, e compreso ogni onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte, e la eventuale posa in opera in "vaschette" in acciaio zincato di idoneo spessore di copertura dei vani disposti sulle banchine al fine di conservare la continuità del percorso.

Il pavimento in grés o altro materiale rigido deve necessariamente essere inserita nel pavimento in modo da risultare allo stesso livello di quello circostante.

Si raccomanda di utilizzare lo stesso tipo di materiale per parti ben definite della pavimentazione, salvo situazioni particolari quali, coperchi dei pozzetti, ove per motivi costruttivi potrebbe essere inserita una piastra di limitato spessore (es. gomma), a scelta della DL.

I masselli saranno posti in opera su sottofondo adeguato, compreso l'onere delle interruzioni attorno a piante e chiusini, di pendenze, posati con idonea malta a base di cemento e compresa la sigillatura a finire dei giunti e quanto altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

#### **Mappe Tattili**

Fornitura e posa di mappa tattile che rappresenta a rilievo in modo schematico uno spazio aperto o racchiuso e che risulta leggibile al tatto ed alla vista.

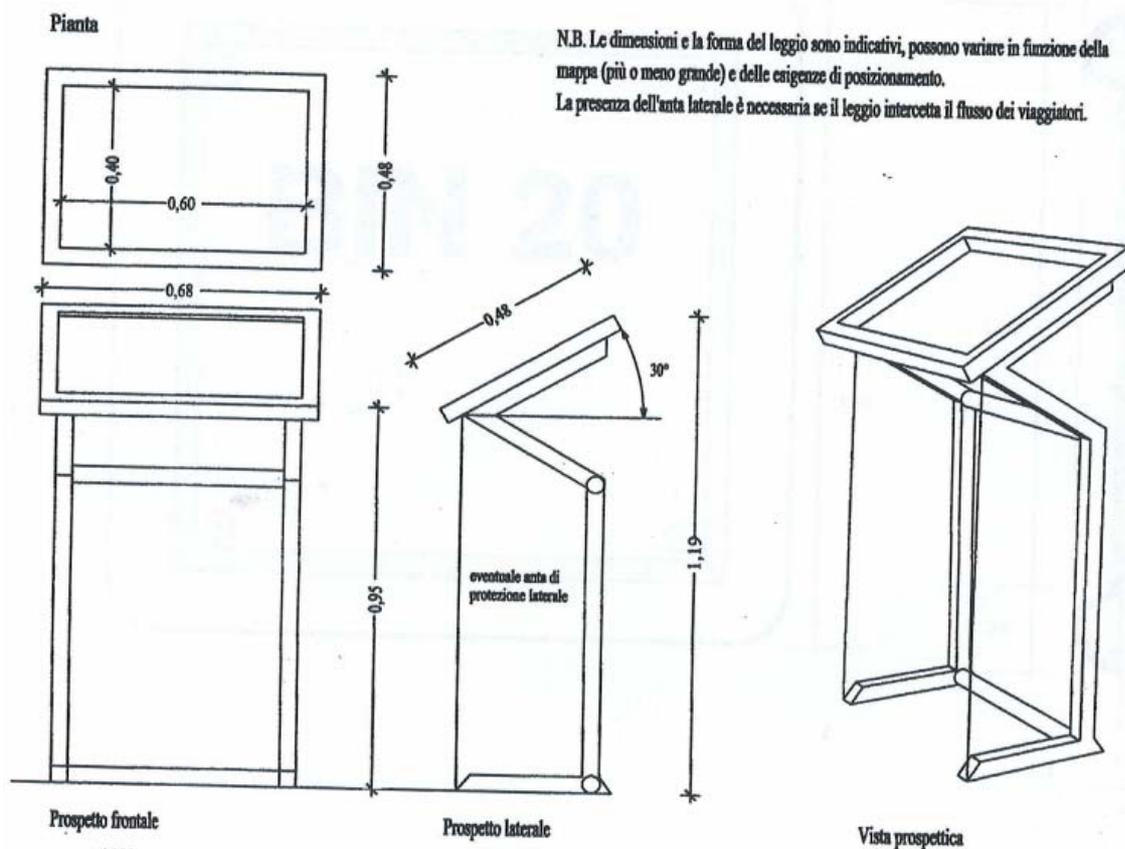
Essa riporta in rilievo la pianta dello spazio in cui ubicata, le scritte in Braille e quelle in caratteri alfanumerici al fine di renderle consultabili anche dai normovedenti. E' inoltre dotata di un buon contrasto tra lo sfondo e gli elementi in rilievo.

Per le sua leggibilità sia visiva che tattile in grado di agevolare l'orientamento e la conoscenza di un luogo o percorso per chiunque e in particolare un ausilio determinante per le persone cieche o ipovedenti.

Obiettivo finale di ogni mappa tattile quello di trasmettere le sole informazioni necessarie e sufficienti a consentire una scelta consapevole e corretta da parte del fruitore ed un utilizzo in sicurezza del luogo attraversato.

La mappa tattile può essere realizzata con rilievi di diverso spessore e, successivamente alla verniciatura con colori contrastanti, riceve un trattamento antigraffio e antigraffiti che ne garantisce la perfetta inalterabilità nel tempo.

Le mappe tattili – da ubicare all'ingresso, in prossimità dell'ascensore e in altri punti degli spazi collettivi, sono generalmente di dimensioni che non dovrebbero superare i 70x50 cm costituite da una lastra di alluminio Peraluman di spessore 6 mm che riporta in rilievo la planimetria degli spazi, nonché simboli e testi in Braille a sei punti e caratteri a comprensione facilitata, con quotature internazionalmente omologate, verniciate con colori a forte contrasto, protette con trattamento antigraffio ed antigraffiti, che permettono di individuare facilmente i diversi spazi dell'edificio, i punti di riferimento utili all'utenza, i percorsi tattili modulari a pavimento e le vie di fuga in caso di emergenza. Le mappe sono da posare su un apposito leggio inclinati di circa 30 gradi il cui bordo inferiore non deve essere al di sotto di 95 cm da terra, fissato a pavimento in acciaio inox satinato, con altezza massima pari a 150 cm circa qualora ciò non sia possibile le mappe vanno poste su leggio a parete in acciaio inox satinato ad altezza compresa tra 1,00 ed 1,80 m.

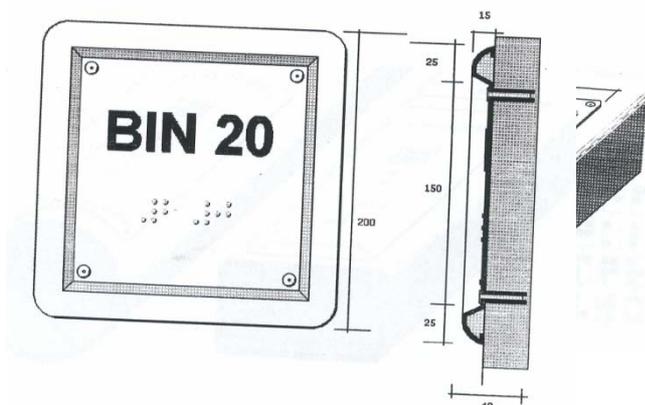


### Esempio di leggìo per mappe tattili

#### Indicazioni tattili singolari

Per le indicazioni di carattere singolare quali: numero del binario, comandi ascensori, etc. si utilizzeranno delle targhette con linguaggio in braille e con carattere in rilievo da posizionare sulle pareti ad un'altezza compresa tra 110 e 140 cm da terra. Ad esempio nelle stazioni di testa sarà opportuno individuare il binario tramite targhette da apporre sui pilastri o su altri supporti presenti, eventualmente in prossimità delle macchine obliterate, mentre nei sottopassaggi si dovrà specificare a quali binari si accede posizionando le targhette nelle parti basse delle scale in prossimità dei mancorrenti, ovvero sui mancorrenti stessi.

Nelle stazioni di transito, invece, sui pilastri andranno apposte targhette simili che, oltre al numero del binario, rechino una freccia puntinata con la scritta "uscita" o "sottopasso", onde indicare al disabile visivo che è sceso dal treno quale direzione deve prendere per raggiungere l'uscita o cambiare binario.

**Esempi di indicazioni tattili singolari****Riferimenti**

- Linee guida per la progettazione : percorsi tattili per disabili visivi;
- Linea guida RFI : percorsi tattili per disabili visivi nelle Stazioni Ferroviarie;

**1.6.2.3 Pavimenti in marmette e marmettoni di*****cemento***

Pavimento in marmette e marmettoni di cemento di misura cm 25x25, con strato di usura costituito da un impasto di inerti ricavati da marmi di diversa natura e granulometria delle graniglie, (mm 15-35) posato con boiaccia di puro cemento tipo 325 sul letto di malta di legante idraulico. Compresa la stuccatura e la sigillatura dei giunti anche con malta ossidata, l'assistenza, i trasporti, lo scarico dall'automezzo, l'immagazzinamento, il tiro in alto, l'avvicinamento al luogo di posa, il taglio a misura ed il relativo sfrido, la pulizia finale e quant'altro occorre per dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte.

**1.6.2.4 Pavimento industriale**

Realizzazione di pavimentazione monolitica col sistema fresco su fresco, costituita da manto di usura dello spessore circa mm 2 a base di quarzo puro sferoidale (durezza > 7 Mohs) composto da miscela di cemento e quarzo (dosatura cemento > 300 kg/mc) in quantità di concumolato di 4 o 5 kg/mq., compreso l'impiego di additivo per stagionatura rapida, la lavorazione meccanica della superficie, la lisciatura finale con spatole di acciaio, la formazione di giunti a riquadri 4x4 mq, sigillati con guaina elastomera in gomma neoprene o con lamierino o in ferro zincato 6/10, a scelta della D.L., da rimuovere dopo la stagionatura, con successivo riempimento con materiale epossipoliuretano bicomponente elastico, da applicare su massetto di calcestruzzo Rck 25 N/mm<sup>2</sup> armato con rete elettrosaldata a maglia quadrata 20x20 da Φ 6, compreso ogni onere e magistero: - Tipo a pastina con manto di usura di circa 7 mm e colore grigio; (spessore come da elaborati di progetto) (locale Autoclave, Locale Gruppo Elettrogeno, Cabina Enel).

**1.6.2.5 Norme generali di esecuzione rivestimenti in gres ceramico**

I rivestimenti dovranno essere eseguiti con materiale avente i requisiti prescritti nel presente Capitolato. L'APPALTATORE dovrà adottare a propria cura e spese tutti gli accorgimenti necessari ad assicurare la perfetta aderenza del rivestimento alla parete retrostante, restando a tutto suo carico gli eventuali rifacimenti per distacchi od altri difetti che si manifestassero ai rivestimenti stessi.

Prima del loro impiego i materiali da rivestimento non impermeabili dovranno essere immersi nell'acqua fino a saturazione e quindi allettati con la necessaria e sufficiente colla di malta, previa abbondante bagnatura dell'intonaco di sottofondo. Tale intonaco, se non diversamente disposto, dovrà essere grezzo di malta bastarda, tirato al fratazzo e perfettamente a piombo con gli spigoli a filo netto. Gli elementi dei rivestimenti dovranno combaciare perfettamente tra loro, e le linee dei giunti, debitamente stuccate con cemento bianco, o colorato se trattasi di materiali colorati, dovranno risultare a lavoro ultimato perfettamente allineate orizzontalmente e verticalmente. Le superfici esterne dell'intonaco e del rivestimento dovranno risultare su piani perfettamente paralleli.

Gli eventuali tagli degli elementi di rivestimento dovranno essere eseguiti con apposito utensile, in modo che i bordi in vista risultino rettilinei ed esenti da scheggiature. A lavoro ultimato i rivestimenti dovranno essere convenientemente puliti.

#### **1.6.2.6 Rivestimenti in gres ceramico**

##### Caratteristiche tecniche delle piastrelle

E' previsto il seguente tipo di piastrelle greificate:

- piastrelle in grès fine porcellanato, classificabili secondo la norma UNI EN 87 nel gruppo B1 di cui alla norma UNI EN 176, alla quale norma si rimanda per le caratteristiche tecniche e tolleranze dimensionali, con l'aggiunta di quanto segue:
  - colorazione effettuata direttamente nella massa dell'impasto e che dovrà quindi essere uniforme per tutto lo spessore della piastrella; i colori dovranno comunque risultare senza "nessuna alterazione" secondo norma DIN 51094;
  - dimensioni come da progetto;
  - spessore non inferiore a mm 8,5;
  - assorbimento acqua (UNI - EN 99): non superiore allo 0,1%;
  - resistenza a compressione: non inferiore a 300 N/mmq;
  - resistenza a flessione (UNI - EN 100): non inferiore a 40 N/mmq;
  - resistenza all'abrasione profonda (UNI - EN 102): volume medio abraso  $\leq 150 \text{ mm}^3$ ;
  - durezza di Mohs (UNI - EN 101): non inferiore ad 8;
  - stabilità dei colori alla luce (DIN 18155): inalterabili;
  - resistenza all'attacco chimico (UNI - EN 106): nessun campione alterato;
  - resistenza all'urto (R.D. 16-11-39 N. 2234): non inferiore a 0,20 Kgm;
  - resistenza al gelo (UNI - EN202): nessuna piastrella danneggiata;

Nello specifico i materiali da posare dovranno avere le caratteristiche estetiche e di formato quali: tipo Materika antracite 40 x 120 cm e tipo System N grigio medio 60 x 60 di Marazzi.

I rivestimenti in materiale di qualsiasi genere dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con il materiale prescelto dall'Amministrazione appaltante, e conformemente ai campioni che verranno volta a volta eseguiti, a richiesta della Direzione dei Lavori.

Particolare cura dovrà porsi nella posizione in sito degli elementi, in modo che questi a lavoro ultimato risultino perfettamente aderenti al retrostante intonaco.

Pertanto, i materiali porosi prima del loro impiego dovranno essere immersi nell'acqua fino a saturazione, e dopo aver abbondantemente inaffiato l'intonaco delle pareti, alle quali deve applicarsi il rivestimento, saranno allettati con malta cementizia normale, nelle qualità necessarie e sufficienti.

Gli elementi del rivestimento dovranno perfettamente combaciare fra loro e le linee dei giunti, debitamente stuccate con cemento bianco o diversamente colorato, dovranno risultare, a lavoro ultimato, perfettamente allineate. I rivestimenti dovranno essere convenientemente lavati e puliti.

L'applicazione del linoleum alle pareti sarà fatta nello stesso modo che per i pavimenti, avendo, anche per questo caso, cura di assicurarsi che la parete sia ben asciutta.

### Modalità di posa

I rivestimenti verranno posti in opera su intonaco rustico, mediante l'ausilio di idonea malta o adesivo tipo Mapei o Keracoll. I giunti saranno connessi con stucco di cemento, polvere di marmo, lattice di gomma, ed ossidi metallici (per l'eventuale colorazione del giunto). Potranno essere impiegati altri tipi di malte per allettamento e stucchi per giunti se approvati dalla Direzione Lavori.

I rivestimenti in materiale di qualsiasi genere dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con il materiale prescelto dall'Amministrazione appaltante, e conformemente ai campioni che verranno volta a volta eseguiti, a richiesta della Direzione dei Lavori.

Particolare cura dovrà porsi nella posizione in sito degli elementi, in modo che questi a lavoro ultimato risultino perfettamente aderenti al retrostante intonaco.

Pertanto, i materiali porosi prima del loro impiego dovranno essere immersi nell'acqua fino a saturazione, e dopo aver abbondantemente innaffiato l'intonaco delle pareti, alle quali deve applicarsi il rivestimento, saranno allettati con malta cementizia normale, nelle qualità necessarie e sufficienti.

Gli elementi del rivestimento dovranno perfettamente combaciare fra loro e le linee dei giunti, debitamente stuccate con cemento bianco o diversamente colorato, dovranno risultare, a lavoro ultimato, perfettamente allineate. I rivestimenti dovranno essere convenientemente lavati e puliti.

L'applicazione del linoleum alle pareti sarà fatta nello stesso modo che per i pavimenti, avendo, anche per questo caso, cura di assicurarsi che la parete sia ben asciutta.

## **1.7 Serramenti e facciate continue vetrate**

### **1.7.1 *Infissi esterni***

In base al D.M. 14 giugno 1989, n. 236, “Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata”, le porte, le finestre e le porte-finestre devono essere facilmente utilizzabili anche da persone con ridotte o impedito capacità motorie o sensoriali.

I meccanismi di apertura e chiusura devono essere facilmente manovrabili e percepibili e le parti mobili devono poter essere usate esercitando una lieve pressione.

Ove possibile si deve dare preferenza a finestre e parapetti che consentono la visuale anche alla persona seduta. Si devono comunque garantire i requisiti di sicurezza e protezione dalle cadute verso l'esterno.

L'altezza delle maniglie o del dispositivo di comando deve essere compresa tra 100 e 130 cm (consigliata 115 cm).

Per consentire alla persona seduta la visuale anche all'esterno, devono essere preferite soluzioni per le quali la parte opaca del parapetto, se presente, non superi i 60 cm di altezza dal calpestio, con l'avvertenza, però, per ragioni di sicurezza, che l'intero parapetto sia complessivamente alto almeno 100 cm e inattraversabile da una sfera di 10 cm di diametro. Nelle finestre lo spigolo vivo della traversa inferiore dell'anta apribile deve essere opportunamente sagomato o protetto per non causare infortuni. Le ante mobili degli infissi esterni devono poter essere usate esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

### 1.7.2 *Strutture verticali ed inclinate*

I serramenti saranno costruiti con l'impiego di profilati in lega di alluminio, come tipologia, serie SCHÜCO FWS50 + SG “structural glazing” o altro marchio con caratteristiche analoghe.

I profili metallici saranno estrusi in lega primaria di alluminio EN AW-6060. Il trattamento superficiale sarà realizzato presso impianti omologati secondo le direttive tecniche del marchio di qualità Qualicoat per la verniciatura e Qualanod per l'ossidazione anodica. Inoltre la verniciatura deve possedere le proprietà previste dalla norma UNI 9983, mentre l'ossidazione anodica quelle previste dalla UNI 10681.

La finitura dei profili verrà definita dalla DL.

La struttura portante sarà realizzata a montanti e traversi, tipo serie SCHÜCO FWS 50+ SG o altro marchio con caratteristiche analoghe.

La profondità dei profilati, disponibili in diverse dimensioni, dovrà essere scelta in conformità al calcolo statico, la larghezza sarà di 50 mm e lo spessore delle pareti dei montanti sarà di 3 mm.

Nel caso di facciate a settori (spezzata geometrica in pianta), i montanti dovranno essere dotati di sedi d'appoggio del vetro angolabili in modo da mantenere inalterata la sezione architettonica interna.

Caratteristiche dei materiali e delle finiture superficiali

Profili: estrusi in lega primaria alluminio-magnesio-silicio 6060 UNI 9006/1 con stato fisico T5.

Tutti i profilati in alluminio potranno avere le seguenti finiture superficiali a scelta della D.L.:

#### **A) Ossidazione**

I profili dovranno essere ossidati mediante processo elettrolitico in conformità alle norme UNI 3952 e 4522 utilizzando il ciclo all'acido solforico con fissaggio a caldo in acqua deionizzata.

L'eventuale colorazione sarà ottenuta con un processo di elettrocolorazione.

L'ossidazione anodica dovrà avere le seguenti caratteristiche:

finitura superficiale: architettonico spazzolato.

Spessore dello strato di ossido: 20 micron.

La colorazione sarà scelta dal committente su campionatura fornita dal fornitore dei manufatti.

#### **Isolamento termico**

L'interruzione del ponte termico fra la parte strutturale interna e le copertine di chiusura esterne sarà realizzata mediante l'interposizione di un listello estruso di materiale sintetico termicamente isolante, di dimensione adeguata allo spessore delle lastre di tamponamento o dei telai delle parti apribili.

Il valore di trasmittanza termica della struttura in alluminio  $U_f$  calcolato secondo la UNI EN ISO 10077-2 o verificato in laboratorio secondo la UNI EN ISO 12412-2 sarà di  $0,88 \div 1,1 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$  con guarnizione siliconica esterna.

#### **Drenaggio e ventilazione**

I profili strutturali saranno dotati di canaline ad altezze differenziate alla base delle sedi di alloggiamento dei vetri. L'eventuale acqua di infiltrazione o condensa verrà così drenata dal piano di raccolta del traverso su quello più basso del montante e da qui guidata fino alla base della costruzione. Per poter realizzare soluzioni architettoniche complesse, dovranno essere disponibili profili che abbiano un piano di raccolta intermedio (2° livello). Il drenaggio e l'aerazione della sede del vetro

avverranno dai quattro angoli di ogni singola specchiatura attraverso il profilo di montante. Nel caso il produttore di vetri lo esiga sarà possibile prevedere l'aerazione ed il drenaggio di ogni singola specchiatura direttamente all'esterno.

A seconda dell'altezza della facciata ed alla posizione dei giunti di dilatazione sarà previsto l'inserimento sul montante di appositi particolari la cui funzione sarà di drenare l'eventuale acqua di infiltrazione/condensa e di consentire la ventilazione. Tali particolari dovranno poter essere inseriti anche a struttura posata.

In corrispondenza delle giunzioni traverso montante sarà previsto l'inserimento di un particolare di tenuta in EPDM che oltre a realizzare una barriera all'acqua eviterà anche il sorgere di fastidiosi scricchiolii dovuti alle variazioni dimensionali (dilatazioni). La tenuta sarà quindi garantita dal tipo di giunzione brevettata in tutta Europa e dai particolari in EPDM evitando l'impiego di sigillante.

### **Scossaline**

Le facciate dovranno essere corredate di una serie di scossaline in lamiera di alluminio spessore 15/10 pressopiegata, atte a raccordare sia all'interno sia all'esterno, le facciate con le strutture murarie. Tali scossaline dovranno essere idoneamente coibentate e guainate al fine di impedire infiltrazioni e garantire l'isolamento termico anche nelle zone di raccordo.

### **Staffe di fissaggio**

Le staffe di fissaggio saranno realizzate in profilato di acciaio zincato opportunamente dimensionato complete di viti di fissaggi.

### **Accessori**

Il collegamento dei traversi ai montanti sarà realizzato mediante viti e cavallotti e dovrà essere scelto in funzione del peso dei tamponamenti, delle necessità statiche e del tipo di montaggio in conformità a quanto previsto dal fornitore del sistema. All'estremità dei traversi saranno previste mascherine in materiale sintetico la cui funzione sarà di assorbire le variazioni dimensionali e contemporaneamente di garantire un collegamento piacevole dal punto di vista estetico. I cavallotti saranno realizzati in alluminio e dovranno permettere il montaggio dei traversi anche a montanti già posati; le viti e i bulloni di fissaggio saranno in acciaio inossidabile. Gli accessori del sistema dovranno essere realizzati, in funzione delle necessità, con materiali perfettamente compatibili con le leghe di alluminio utilizzate per l'estrusione dei profili quali: acciaio inossidabile, alluminio (pressofuso o estruso), materiali sintetici, zama (particolari pressofusi) secondo UNI 3952; non saranno ammessi, per le parti a contatto con l'alluminio, materiali in acciaio al carbonio anche se trattati mediante zincatura o altri trattamenti superficiali.

Gli accessori in vista avranno finitura superficiale:

verniciati colore RAL a scelta della D.L.

### **Guarnizioni e sigillanti**

Le guarnizioni cingivetro interne in EPDM, dovranno avere altezze diverse per compensare il diverso posizionamento delle sedi dato dalla sovrapposizione del traverso sul montante.

Il sistema dovrà prevedere anche la variante con guarnizioni cingivetro interne che siano otticamente uguali.

Le giunzioni delle guarnizioni cingivetro interne dovranno essere sigillate con l'apposito sigillante collante. A garanzia dell'originalità tutte le guarnizioni dovranno essere marchiate in modo continuo riportando l'indicazione del numero dall'articolo ed il marchio del produttore.

## Dilatazioni

Le dilatazioni termiche orizzontali verranno assorbite dal giunto montante-traverso o nel caso di struttura a telai, da montanti scomponibili. Nei giunti di dilatazione verticale il montante verrà interrotto per una lunghezza pari a 10 mm; si dovrà prevedere un idoneo elemento di giunzione per assicurare la continuità delle canaline di raccolta dell'eventuale acqua d'infiltrazione dello stesso. Tale elemento dovrà poter essere inserito anche a struttura posata. I montanti saranno collegati da cannotti ricavati da profili estrusi in alluminio verniciati.

## Prestazioni

Le prestazioni della facciata saranno riferite alle seguenti metodologie di prova in laboratorio ed alle relative classificazioni secondo la normativa europea:

- **Permeabilità all'aria:** classificazione secondo **UNI EN 12152**.  
La facciata dovrà essere classificata: **Classe AE**
- **Tenuta all'acqua:** classificazione secondo **UNI EN 12154**.  
La facciata dovrà essere classificata: **Classe RE 1200**
- **Resistenza al vento:** classificazione secondo **UNI EN 12179**.  
La facciata dovrà essere certificata ad un “carico di prova” di +2,0 KN/mq in pressione e di -2,0 KN/mq in depressione nonché ad un “carico di sicurezza” di +3,0 KN/mq in pressione e di -3,0 KN/mq in depressione .
- **Resistenza al sisma :** Il sistema dovrà essere certificato secondo AAMA 501-05

In merito all'isolamento dal rumore aereo il sistema, in accoppiamento con tamponamento vetrato idoneo, dovrà poter rispondere al valore richiesto minimo da normativa vigente (DPCM 12/97)

Le classi necessarie saranno scelte tenendo in considerazione da un lato le prestazioni minime previste dalla normativa nazionale, dall'altro dalle specifiche necessità.

Per quanto riguarda le prestazioni acustiche il necessario valore di potere fonoisolante dovrà essere determinato in funzione della destinazione d'uso degli ambienti confinanti e delle prestazioni degli altri materiali componenti le pareti esterne sulla base di quanto previsto dal decreto D.P.C.M. del 5/12/97 sui requisiti passivi degli edifici.

## Vetraggio

Il vetrocamera sarà composto da due lastre di vetro unite da uno speciale canalino distanziale largo 18 mm.

Il canalino è costituito da un profilo in acciaio piegato negli angoli e unito sulla parte rettilinea; il canalino fornisce garanzie di contenimento dei gas nella camera della vetrata isolante.

Il profilo del canalino sarà testato per garantire l'incollaggio strutturale dei vetri con uno spessore del sigillante di 6 mm.

In alternativa al canalino in acciaio sarà possibile utilizzare le tasche in materiale plastico originali da sistema Schuco montate su bordo della vetrata arretrato rispetto al filo esterno del vetro .

Il fissaggio delle lastre è garantito da una serie di accessori metallici fissati direttamente alla struttura portante della facciata. Tali accessori si inseriranno all'interno del profilo di canalino, garantendo così il trattenimento meccanico delle lastre di vetro.

Il numero degli accessori di fissaggio è in funzione delle grandezze dimensionali delle lastre di vetro. Gli accessori di fissaggio inferiori dovranno funzionare anche come supporti ed appoggi al peso dei tamponamenti vetrati.

La tenuta sarà garantita da una sigillatura tra i vetri di 20 mm impiegando un sigillante resistente ai

raggi U.V. o da apposita guarnizione siliconica dotata di giunzioni stampate a “L” a”T” e a croce. La chiusura della fuga tra le lastre di vetro per il supporto della sigillatura verrà realizzata mediante l’utilizzo di una guarnizione speciale in PE.

### **Tamponamenti trasparenti**

Vetrata termoisolante composta da una lastra esterna da 10 mm Stopray – Vision 61T pos.2.

Intercapedine di spessore 20mm con gas argon 90 % inserito , doppia sigillatura e distanziatore metallico.

Lastra interna stratificata antinfortunio Stratophone 2x Planibel Cleralite da 44.2 mm

Entrambe le Lastre molate perimetralmente

Isolamento al rumore aereo diretto( $R_w$  (C;Ctr) - EN 12758) – dB 45

Caratteristiche energetico luminose base in accordo a EN 410 e 673:

Trasmissione luminosa TL 59%

Fattore solare - g (%) EN 410: 32 - ISO 9050: 30

Riflessione luminosa RL 13%

Trasmittanza termica (EN 673)  $U = 1.0 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$

NB : I riferimenti a prodotti e marchi registrati sono da considerarsi indicativi e la DL avrà ampia facoltà di accettare, eventualmente mediante pre-qualifica, i prodotti analoghi che ritenesse idonei.

Contribuisce all’ottenimento dei crediti utili ai fini della certificazione LEED.

#### **1.7.3 Strutture orizzontali**

I serramenti saranno costruiti con l'impiego di profilati in lega di alluminio ed apparterranno, come tipologia, a quelli alla serie Schüco fw 60+ aoc sg “structural glazing” o altro marchio con caratteristiche analoghe.

#### **Struttura**

La sottostruttura portante sarà realizzata a montanti e traversi, con profili in acciaio. Su di essi verranno saldati per punti o avvitati ai profili in acciaio preasolati (tipo quelli della serie Schüco fw 60+ aoc).

I profili riportati saranno rivestiti da guarnizioni verticali e orizzontali integrate di canaline di drenaggio.

La dimensione dei profilati della sottostruttura dovrà essere scelta in conformità al calcolo statico, mentre la larghezza del profilo da riportare sarà di 46 mm e quella delle guarnizioni 60 mm.

Prevedere pressore e copertina su montante, sigillatura su traverso .

Il profilo in acciaio da riportare può essere fornito zincato da saldare o avvitare alla struttura portante o grezzo da saldare alla sottostruttura per procedere successivamente alla zincatura degli elementi completi. Queste diverse modalità di operare possono garantire diverse classi di resistenza alla corrosione per cui la scelta deve essere fatta in funzione delle caratteristiche specifiche del cantiere, in conformità ad eventuali prescrizioni di capitolato o normative / leggi specifiche.

#### **Isolamento termico**

L'interruzione del ponte termico fra la parte strutturale interna e le copertine di chiusura esterne sarà realizzata mediante l'inserimento di listelli isolati e delle guarnizioni integrate delle canaline di drenaggio. Tali guarnizioni saranno di dimensione adeguata allo spessore delle lastre di tamponamento o dei telai delle parti apribili.

Il valore del coefficiente di trasmittanza termica  $U_f$  della singola sezione, calcolato secondo UNI EN ISO 10077-2, o verificato in laboratorio secondo norme UNI EN ISO 12412-2 dovrà essere compreso tra  $1,5 \div 2,45 \text{ W/m}^2 \text{ °K}$ .

Tali valori saranno raggiunti grazie alla conformazione delle guarnizioni che consentono ridurre moti convettivi ed irraggiamento.

### **Drenaggio e ventilazione**

Le guarnizioni interne saranno dotate di canaline ad altezze differenziate alla base delle sedi di alloggiamento dei vetri. L'eventuale acqua di infiltrazione o condensa verrà così drenata dal piano di raccolta del traverso su quello più basso del montante e da qui guidata fino alla base della costruzione. Il drenaggio e l'aerazione della sede del vetro avverranno dai quattro angoli di ogni singola specchiatura attraverso le parti verticali.

### **Guarnizioni e sigillanti**

Le guarnizioni interne saranno sagomate in modo che, asportando una fustella centrale possano consentire l'aggancio di guarnizioni supplementari di spessore diverso, atte a compensare l'inserimento di tamponamenti di diverso spessore. Le giunzioni delle guarnizioni dovranno essere sigillate con l'apposito sigillante collante (tipo quello prodotto da Schüco art. nr. 298 257).

Le guarnizioni cingivetro esterne saranno inserite direttamente nelle copertine da avvitare; negli incroci dovranno essere utilizzate crociere stampate in EPDM idonee a garantire la tenuta evitando l'utilizzo di sigillante.

A garanzia dell'originalità tutte le guarnizioni dovranno essere marchiate in modo continuo riportando l'indicazione del numero dell'articolo ed il marchio del produttore. Nel caso di facciate a spezzata geometrica la tenuta esterna sarà realizzata impiegando un nastro butilico alluminato con doppia guarnizione in EPDM sulla copertina in alluminio. Il nastro dovrà essere composto da tre strati ed esattamente da un foglio in materiale sintetico trasparente, da una pellicola in alluminio e da uno strato di sigillante butilico.

### **Vetraggio**

Il vetrocamera sarà composto da due lastre di vetro unite da uno speciale canalino distanziale largo 18 mm.

Il canalino è costituito da un profilo in acciaio piegato negli angoli e unito sulla parte rettilinea; il canalino fornisce garanzie di contenimento dei gas nella camera della vetrata isolante.

Il profilo del canalino sarà testato per garantire l'incollaggio strutturale dei vetri con uno spessore del sigillante di 6 mm.

Il fissaggio delle lastre è garantito da una serie di accessori metallici fissati direttamente alla struttura portante della vetrata. Tali accessori si inseriranno all'interno del profilo di canalino, garantendo così il trattenimento meccanico delle lastre di vetro e la distribuzione uniforme degli sforzi di serraggio sulla lastra.

Il numero degli accessori di fissaggio è in funzione delle grandezze dimensionali delle lastre di vetro. Gli accessori di fissaggio inferiori dovranno funzionare anche come supporti ed appoggi al peso dei tamponamenti vetrati.

La tenuta sarà garantita da una sigillatura tra i vetri di 20 mm impiegando un sigillante resistente ai raggi U.V. o da apposita guarnizione siliconica dotata di giunzioni stampate a "L" a "T" e a croce.

La chiusura della fuga tra le lastre di vetro per il supporto della sigillatura verrà realizzata mediante l'utilizzo di una guarnizione speciale in PE.

In alternativa al canalino in acciaio si potranno utilizzare delle tasche in materiale plastico, originali da sistema annegate nella sigillatura perimetrale .

Il sistema potrà supportare lastre fino ad un peso di 1100 Kg (compatibilmente con lo spessore complessivo della vetrata) utilizzando supporti originali da sistema .

### Tamponamenti trasparenti

La composizione e le caratteristiche, dei tamponamenti vetrati orizzontali, dovranno essere le seguenti:

*Composizione stratigrafica:*

10 mm Stopray Vision-72T pos.2 - 16 mm Argon 90% - 6 mm Artlite on Planibel Clear Silk screen White 30% pos.3 - 20 mm Argon 90% - 55.2 Stratobel Strong 2x Planibel Clearvision

NB. Il valore Ug di questa composizione posata in orizzontale è pari a 1.2 W/m<sup>2</sup>k

Il coefficiente Ug (in precedenza detto valore k) è calcolato in base alla norma EN 673.

La misura dell' emissività è conforme alle norme EN 673 (allegato A) e EN 12898.

LUCE : Trasmissione 48 - Riflessione 22

ENERGIA: Fattore solare 30 - Riflessione 37

<b>CARATTERISTICHE LUMINOSE</b>	<b>EN 410</b>
Trasmissione luminosa $\tau_v$ (%)	48
Riflessione luminosa $\rho_v$ (%)	22
Indice di resa dei colori - RD65 Ra (%):	94

<b>CARATTERISTICHE ENERGETICHE</b>	<b>EN 410</b>	<b>ISO 9050</b>
Fattore solare - g (%)	30	29
Riflessione energetica - $\rho_e$ (%)	37	39
Trasmissione energetica diretta - $\tau_e$ (%)	23	21
Assorb. energetico vetro 1 - $\alpha_e$ (%)	31	32
Assorb. energetico vetro 2 - $\alpha_e$ (%)	8	7
Assorb. energetico vetro 3 - $\alpha_e$ (%)	1	1
Assorbimento energetico - $\alpha_e$ (%)	40	40
Coefficiente di shading - SC	0.34	0.32
Trasmissione dei raggi ultravioletti - UV (%)	0	-
Selettività	1.6	1.71

<b>ALTRE CARATTERISTICHE</b>	
Resistenza al fuoco - EN 13501-2	NDP
Reazione al fuoco - EN 13501-1	NDP
Resistenza ai proiettili - EN 1063	NDP
Resistenza agli attacchi manuali - EN 356	P1A - P2A
Resistenza agli urti (Prova del pendolo) - EN 12600	NPD / 1B1

<b>PROPRIETÀ TERMICHE (EN 673)</b>	
Valore Ug W/(m <sup>2</sup> .K) EN 673	0.8

<b>RIDUZIONE ACUSTICA</b>	
Isolamento al rumore aereo diretto - dB	NDP

<b>SPESSORE E PESO</b>	
Spessore nominale (mm)	62.67
Peso (kg/mq)	66

### **Prestazioni**

Le prestazioni della facciata orizzontale sarà riferita alle seguenti metodologie di prova in laboratorio ed alle relative classificazioni secondo la Normativa Europea:

**Permeabilità all'aria:** classificazione secondo **UNI EN 12152.**

La facciata dovrà essere classificata: **Classe AE**

**Tenuta all'acqua:** classificazione secondo **UNI EN 12154.**

La facciata dovrà essere classificata: **Classe RE 1200**

**Resistenza al vento:** classificazione secondo **UNI EN 12179.**

La facciata dovrà essere verificata ai carichi di progetto

In merito all'isolamento dal rumore aereo il sistema, in accoppiamento con tamponamento vetrato idoneo, dovrà poter rispondere al valore richiesto minimo da normativa vigente (DPCM 12/97) secondo la destinazione d'uso dell'edificio o alla prestazione puntuale richiesta dal progetto.

NB : I riferimenti a prodotti e marchi registrati sono da considerarsi indicativi e la DL avrà ampia facoltà di accettare, eventualmente mediante pre-qualifica, i prodotti analoghi che ritenesse idonei.

Contribuisce all'ottenimento dei crediti utili ai fini della certificazione LEED.

#### **1.7.4 Infissi metallici**

Le opere in ferro devono ricevere un'applicazione di vernice antiruggine prima del loro collocamento in opera. Gli apparecchi di manovra, se di metallo fino, vanno protetti con una fasciatura di stracci.

Particolare riguardo nella posa richiedono le serrande di sicurezza per grandi aperture, vetrine, negozi, uffici a terreno, ecc., murando gli assi rotanti dei tamburi e le guide in modo che le serrande scorrano con estrema facilità nelle loro guide.

I serramenti in ferro devono disporsi in modo tale da evitare qualsiasi deformazione, in posizione orizzontale, interponendo tra un infisso e l'altro delle assicelle, o verticalmente leggermente inclinati contro una parete.

## 1.8 Controsoffitti

### 1.8.1 *Generalità*

I controsoffitti sono strutture di finitura costituiti da elementi modulari leggeri prefabbricati, sospesi a strutture puntiformi e discontinue. Gli elementi di sostegno possono essere fissati direttamente al solaio o a esso appesi.

Lo strato di tamponamento può essere realizzato con i seguenti elementi:

- doghe metalliche a giacitura orizzontale;
- lamelle a giacitura verticale;
- grigliati a giacitura verticale e orditura ortogonale;
- cassette costituiti da elementi a centina, nei materiali e colori previsti dalle indicazioni progettuali esecutive riguardo alle caratteristiche meccaniche, chimiche e fisiche.

Gli elementi dei controsoffitti non accettati dal direttore dei lavori per il manifestarsi di difetti di produzione o di posa in opera dovranno essere dismessi e sostituiti dall'appaltatore. I prodotti devono riportare la prescritta marcatura CE, in riferimento alla norma UNI EN 13964.

La posa in opera comprende anche l'eventuale onere di tagli, forature e formazione di sagome.

Il direttore dei lavori dovrà controllare la facile amovibilità degli elementi modulari dalla struttura di distribuzione per le eventuali opere di manutenzione.

### 1.8.2 *Elementi di sospensione e profili portanti*

Gli organi di sospensione dei controsoffitti per solai in cemento armato laterizio possono essere realizzati con vari sistemi:

- fili metallici zincati;
- tiranti di ferro piatto con fori ovalizzati per la regolazione dell'altezza mediante viti;
- tiranti in ferro tondo o piatto.

Gli organi di sospensione dei controsoffitti fissati alle solette in cemento armato possono essere realizzati con:

- elementi in plastica incastrati nella soletta;
- guide d'ancoraggio;
- viti con tasselli o viti a espansione.

Gli organi di sospensione dei controsoffitti fissati ai solai in lamiera d'acciaio possono essere realizzati con:

- lamiere piane con occhielli punzonati;
- tasselli ribaltabili;
- tasselli trapezoidali collocati entro le nervature sagomate della lamiera.

I profili portanti i pannelli dei controsoffitti dovranno avere le caratteristiche tecniche indicate in progetto. In mancanza, si seguiranno le indicazioni del direttore dei lavori.

Gli eventuali elementi in legno per la struttura di sostegno del controsoffitto devono essere opportunamente trattati ai fini della prevenzione del loro deterioramento e imbarcamento.

### 1.8.3 *Controsoffitti in pannelli di fibre minerali*

I controsoffitti in pannelli di fibre minerali possono essere collocati su un doppio ordito di profili metallici a T

rovesciata, sospesi mediante pendini o staffe. I profilati metallici potranno essere a vista, seminascosti o nascosti,

secondo le prescrizioni progettuali o le direttive del direttore dei lavori.

### 1.8.4 *Norme di riferimento*

1.8.5 **UNI EN 13964 - Controsoffitti. Requisiti e metodi di prova;**

UNI EN 14246 - Elementi di gesso per controsoffitti. Definizioni, requisiti e metodi di prova

Tutti i controsoffitti in genere dovranno eseguirsi con cure particolari allo scopo di ottenere superfici orizzontali (od anche sagomate secondo le prescritte centine), senza ondulazioni od altri difetti e di evitare in modo assoluto la formazione, in un tempo più o meno prossimo, di crepe, crinature o distacchi nell'intonaco. Al manifestarsi di tali screpolature la Direzione dei Lavori avrà facoltà, a suo insindacabile giudizio, di ordinare all'Impresa il rifacimento, a carico di quest'ultima, dell'intero controsoffitto con l'onere del ripristino di ogni altra opera già eseguita (stucchi, tinteggiature, ecc.).

Tutti i controsoffitti previsti dovranno risultare con superfici orizzontali o comunque rispondenti alle prescrizioni, privi di ondulazioni, crepe o difetti e perfettamente allineati. La posa in opera sarà eseguita con strumenti idonei ed in accordo con le raccomandazioni delle case produttrici e secondo gli elaborati di progetto, comprenderà tutti i lavori necessari per l'inserimento dei corpi illuminanti, griglie del condizionamento, antincendio e quanto altro richiesto per la perfetta funzionalità di tutti gli impianti presenti. Tutto il materiale impiegato per la realizzazione di soffitti, in cartongesso o in quadrotte, e le modalità di montaggio dovranno essere conformi alla normativa vigente in materia di prevenzione incendi.

Laddove verranno impiegati apparecchi illuminanti che non abbiano una propria struttura di sostegno, dovranno essere eseguiti adeguati rinforzi della struttura portante delle lastre del controsoffitto mediante l'uso di tiranti aggiuntivi; questi tiranti dovranno essere fissati, in accordo con le richieste della DIREZIONE LAVORI, in punti di tenuta strutturale e con sistemi di ancoraggio che garantiscano la necessaria stabilità. Sono comprese e compensate nei prezzi di appalto tutte le opere provvisorie necessarie alla esecuzione delle opere. I tagli dei pannelli per incassare le apparecchiature impiantistiche saranno verificati in opera preventivamente dalla D.L. e completamente a carico dell'APPALTATORE che eseguirà i lavori.

La Direzione dei Lavori potrà prescrivere anche le predisposizioni di adatte griglie o sfiatatoi in metallo per la ventilazione dei vani racchiusi dai controsoffitti.

a) Controsoffitto in pannelli a base di fibra di legno forati (tipo Fantoni)

Pannelli a quadrotte per rivestimento “finito”, a controsoffitto e parete, con elevate prestazioni acustiche per effetto di fonoassorbimento con risuonatori di Helmholtz, porosità e membrana vibrante. Il sistema è realizzato con struttura metallica di ritenuta di pannelli a base di fibra di legno nobilitati, qualità estetica a fresature parallele o fori a passo. I pannelli con dimensioni caratteristiche nominali di 600x600x16 mm sono ottenuti esclusivamente da lavorazione meccanica per asportazione di truciolo di MDF nobilitato melamminico o altre finiture a richiesta, basso contenuto di formaldeide E1 o a bassissimo contenuto di formaldeide con classificazione F\*\*\*\*. Le lavorazioni conferiscono caratteristiche geometriche con fresature parallele o con micro-fori, sulla superficie a vista, direttamente collegate a cavità cilindriche realizzate sulla faccia posteriore del pannello. L'unione delle cavità frontali con ogni singola cavità posteriore, costituisce un risonatore di Helmholtz. Le fresature a vista sono realizzate secondo una gamma dimensionale di larghezze e passi variabile: 9/2 (9 mm di superficie nobilitata piana e 2 mm di fresatura), percentuale effettiva di perforazione 6%; 14/2 percentuale effettiva di perforazione 7%; 13/3 percentuale effettiva di perforazione 12%; 28/4 percentuale effettiva di perforazione 7,5%. I fori a vista possono essere realizzati secondo una gamma dimensionale di diametri e passi variabile. P64-20a diametro fori 20mm, passo di foratura 64mm, P64-20b diametro fori 20mm, passo di foratura 64mm, P32-10a diametro fori 10mm, passo di foratura 32mm, P16 diametro fori 3mm, passo di foratura 12mm, P32-f diametro fori 3mm, passo di foratura 32mm, P32-a diametro fori 3mm, passo di foratura 32mm, P 16-5a diametro fori 5mm, passo di foratura 12mm. A diverse tipologie di fresatura/foratura e foratura posteriore, corrispondono diverse prestazioni acustiche. Le caratteristiche dello spettro di fonoassorbimento dipendono inoltre dalle modalità d'installazione e dai materiali applicati nell'intercapedine retrostante al rivestimento AP. Sono disponibili i coefficienti di fonoassorbimento per tipologie e installazioni standard. La posa in opera del sistema avviene attraverso intelaiatura metallica piana o curva, con profili metallici piatti o scanalati, fissati a sospensione al solaio esistente, sui quali i pannelli vengono applicati o ancorati “a scomparsa”. I pannelli da rivestimento 60x60 (60x120) sono caratterizzati da una massa per superficie di circa 12 kg/m<sup>2</sup>. Il sistema di rivestimento è disponibile con classe di reazione al fuoco B-s2,d0 secondo Eurocodice vigente e marcatura CE per i materiali da costruzione.

b) Controsoffitto in rete metallica (cameracanna).

I controsoffitti in rete metallica saranno composti:

- dall'armatura principale retta o centinata in legno di abete, formata con semplici costoloni di 6 x 12 cm, oppure con centine composte di due o tre tavole sovrapposte ed insieme collegate ad interasse di 100 cm;
- dall'orditura di correntini in abete della sezione di 4 x 4 cm, posti alla distanza di 30 cm gli uni dagli altri e fissati solidamente con chiodi e reggette alle centine od ai costoloni di cui sopra ed incassati ai lati entro le murature in modo da assicurare l'immobilità;
- dalla rete metallica, in filo di ferro lucido del diametro di 1 mm circa con maglie di circa 15 mm di lato, che sarà fissata all'orditura di correntini con opportune grappette;
- dal rinzafo di malta bastarda o malta di cemento, secondo quanto prescritto, la quale deve risalire superiormente alla rete;
- dall'intonaco (eseguito con malta di calce e sabbia e incollato a colla di malta fina) steso con le dovute cautele e con le migliori regole dell'arte perché riesca del minore spessore possibile, con superficie piana e liscia.

d) Controsoffitti in pannelli di lamiera stirata - I pannelli saranno fabbricati in acciaio elettro galvanizzato in conformità alla normative EN 10152: 1994 Lo spessore del pannello sarà variabile a secondo del tipo di pannello e della dimensione (spessore minimo 0,5mm). La vernice applicata sarà in polveri di poliestere, con uno spessore minimo di 0,55 $\mu$  Il prodotto potrà supportare corpi illuminanti e diversi servizi. Il carico massimo ripartito su un pannello 600x600mm non dovrà superare i 3Kg/mq. Per evitare l'imbarco del prodotto si consiglia di rinforzare l'estradosso del pannello e di pendinare autonomamente tutti gli elementi di servizio. Apposite aperture destinate ad integrare i faretti, i diffusori d'aria e gli sprinklers potranno essere predisposte in fase di produzione.

e) Controsoffitti in pannelli metallici microforati

I pannelli saranno fabbricati in acciaio elettro galvanizzato in conformità alla normative EN 10152: 1994 Lo spessore del pannello sarà variabile a secondo del tipo di pannello e della dimensione (spessore minimo 0,5mm). La vernice applicata sarà in polveri di poliestere, con uno spessore minimo di 0,55 $\mu$  Il controsoffitto disegnato per installarsi su un'orditura di sostegno nascosta. Una volta installato, i pannelli avranno un'aspetto monolitico con un leggero smusso da 3mm. I pannelli saranno smontabili verso il basso con l'aiuto di un apposito attrezzo per la rimozione dei pannelli. Il velo acustico non tessuto, incollato a caldo nella parte interna del pannello, procura un buon livello di assorbimento e ottimizza le prestazioni di assorbimento acustico. Il prodotto potrà supportare corpi illuminanti e diversi servizi. Il carico massimo ripartito su un pannello 600x600mm non dovrà superare i 3Kg/mq. Per evitare l'imbarco del prodotto si consiglia di rinforzare l'estradosso del pannello e di pendinare autonomamente tutti gli elementi di servizio.

## 1.9 Coperture

### 1.9.1 Coperture non ventilate

L'elemento di isolamento termico, in coperture non ventilate e salvo esigenze particolari, deve essere preferibilmente sempre posato al di sopra del supporto strutturale il più possibile verso l'esterno, per sfruttare l'inerzia termica della struttura e per trovarsi in condizioni favorevoli rispetto ai problemi di condensazione interstiziale del vapor acqueo.

Deve essere sempre garantita la microventilazione della superficie inferiore dell'elemento di tenuta (tegole, lastre, ecc.) e contemporaneamente è opportuno garantire una ventilazione della superficie esterna dell'isolante termico. Ciò si ottiene con l'uso di elementi distanziatori, generalmente listelli in legno, più alti dello spessore dell'isolante, che permettono il fissaggio della listellatura che sorregge le tegole o le lastre e lasciando uno spazio adeguato tra il listello e la superficie dell'isolante termico.

Nel caso in cui si disponga di uno strato impermeabile sotto l'elemento di tenuta, occorre garantire la microventilazione della superficie inferiore dei prodotti di tenuta e, se possibile, la ventilazione della superficie esterna dell'isolante: ciò può comportare una doppia orditura di listelli distanziatori sopra e sotto il telo impermeabile, con la creazione di una intercapedine ventilata, oppure occorrerà predisporre una barriera al vapore, sotto l'isolante termico, per evitare possibili fenomeni di condensazione dovuti alla presenza del telo impermeabile.

È preferibile che l'isolamento termico sia formato da due strati di elementi con giunti sfalsati, o da un solo strato con giunti ad incastro.

I prodotti dell'elemento termoisolante devono essere sensibili alle variazioni di temperatura e di umidità che si verificano sotto al manto per evitare deformazioni con la conseguente apertura dei giunti.

Se la listellatura viene posata direttamente sul pannello di isolamento termico (con semplice o doppia orditura ortogonale), è necessario che lo stesso sia rigido, permetta la chiodatura e abbia una sufficiente resistenza alla compressione.

I sistemi con lastre isolate a sandwich, se non ventilati, devono disporre di una efficace barriera al vapore dal lato caldo.

### 1.9.2 *Coperture praticabili (coperture a terrazzo) e non praticabili non ventilate*

Il solaio di copertura dell'ultimo piano a terrazzo sarà eseguito in piano, mentre le pendenze da darsi al terrazzo, non inferiori al 3% verso i punti di raccolta delle acque meteoriche (1,5-2% nel caso di coperture praticabili) saranno raggiunte mediante inclinazione del lastrico di copertura da eseguirsi in smalto, gretonato e comunque con materiali aventi le stesse caratteristiche del solaio.

Strati di pendenza realizzati con massetti in calcestruzzo alleggerito, di supporto ad una barriera al vapore, si comportano come un ulteriore strato di isolamento e possono dare origine a condensazione.

L'elemento di supporto deve essere in grado di accogliere gli elementi di isolamento e di tenuta, cioè deve essere piano o con eventuale strato di regolarizzazione, secco, senza tracce di olii, pitture o elementi che possano produrre danni agli strati superiori o limitare l'eventuale adesione richiesta.

L'elemento di isolamento termico deve essere preferibilmente sempre posto al di sopra del supporto strutturale. Al di sotto dell'elemento isolante andrà posta una barriera al vapore. I materiali isolanti posti sulle coperture praticabili devono poter sopportare sovraccarichi notevoli. Perciò andrà rivolta particolare cura nel caso di adozione di quadrotti prefabbricati di grandi dimensioni posati su supporti o in presenza di carichi concentrati (fioriere, ecc.). La resistenza minima a compressione dei materiali isolanti dovrà essere superiore a 20 N/cm<sup>3</sup> al 10% di deformazione.

È preferibile che l'elemento isolante sia formato da due strati di elementi con giunti sfalsati o da un solo strato ad incastro.

La massima attenzione va rivolta agli effetti provocati dai prodotti o tecniche di incollaggio degli elementi di tenuta dell'elemento isolante che può venire deformato o alterato da particolari sostanze chimiche o dalla temperatura sviluppata durante l'incollaggio a caldo o la saldatura delle membrane.

È da evitare il ristagno di umidità tra l'elemento di tenuta e l'elemento isolante e lo strato di barriera al vapore. I materiali isolanti andranno protetti dall'umidità prima e durante le operazioni di posa in opera.

L'incollaggio dell'elemento di tenuta sull'elemento isolante va effettuato per punti o per linee continue, quando non sia previsto uno strato di scorrimento. Eventuali ispessimenti dell'elemento di tenuta in corrispondenza di raccordi, camini, bocchettoni di scolo delle acque, ecc., richiedono speciali conformazioni di supporto in modo da evitare il ristagno d'acqua. Nel caso di impiego di elementi di tenuta bituminosi, le sovrapposizioni dei giunti devono avere una larghezza minima di 10 cm. Nel caso di manto pluristrato gli strati devono essere incollati tra loro su tutta la superficie.

L'incollaggio a caldo deve essere realizzato con tempo secco e temperatura esterna non inferiore a 5°C. Gli strati possono essere messi in opera per teli paralleli o a teli incrociati (per membrane anisotrope) avendo cura di sfalsare i giunti di due strati paralleli successivi.

Gli strati di tenuta devono essere perfettamente integri, soprattutto in prossimità di raccordi, giunti o cambiamenti di direzione dello strato.

Il raccordo dell'elemento di tenuta e della barriera al vapore con le superfici verticali o in corrispondenza del bordo del tetto deve essere di altezza superiore a quella massima prevedibilmente raggiungibile dall'acqua (e comunque minimo 15 cm a partire dal livello finito della copertura o maggiore nel caso di precipitazioni abbondanti, neve o venti forti).

Lo strato di barriera al vapore deve essere solidale con lo strato di supporto ed essere messo in opera contemporaneamente allo strato isolante e congiunto perimetralmente con l'elemento di tenuta. È raccomandabile l'adozione di sistemi di raccordo dotati di giunti di dilatazione.

La parte di raccordo verticale dell'elemento di tenuta va protetta, soprattutto in corrispondenza dell'attacco al supporto, da elementi che deviino il flusso dell'acqua. Anche per tali strati di protezione è raccomandabile l'inserimento di giunti di dilatazione. Il fissaggio dello strato di tenuta va effettuato con dispositivi distanziati con regolarità.

Il collegamento tra la superficie verticale e quella orizzontale di supporto dell'elemento di tenuta non deve presentare spigoli vivi, ma deve essere accompagnato da spessori inclinati realizzati dall'elemento isolante o da altri dispositivi aventi comunque superficie regolare.

Lo strato di separazione, quando praticabile, non deve essere solidale con lo strato di tenuta per non trasmettergli dilatazioni termiche: vanno quindi previsti degli strati di scorrimento.

Prima di uno strato di protezione in ghiaia deve essere previsto uno strato di separazione in tessuto non tessuto. La ghiaia per realizzare lo strato di protezione deve avere granulometria 16-32 mm e non essere di frantoio.

Gli strati di protezione praticabili continui (massetti, pavimenti su massetto) devono essere frazionati in elementi di lunghezza non superiore a 1,5 m ed essere staccati dalle superfici verticali (muretti, camini, bordi) da opportuni giunti sul perimetro. La separazione dovrà raggiungere lo strato d'indipendenza ed essere eventualmente sigillata con materiali elastici impunture.

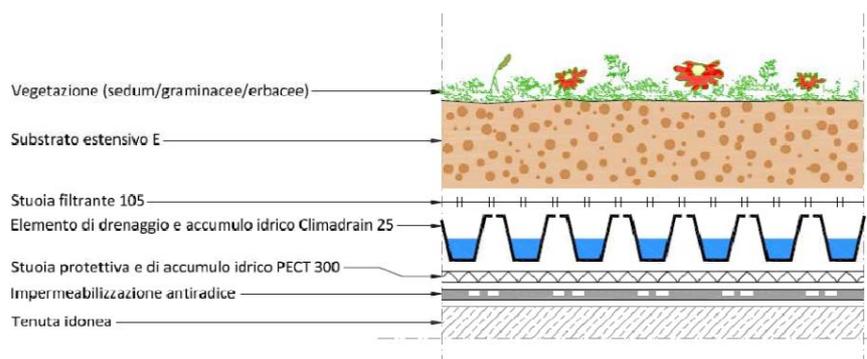
Gli strati di protezione praticabile realizzati con massetti o pavimentazioni su massetto dovranno avere uno spessore minimo di 5 cm, eventualmente armato con rete elettrosaldata di ripartizione nel caso di notevoli carichi statici.

Gli sfoghi dell'acqua meteorica, così come i canali devono essere distanziati dalle superfici verticali o altre emergenze di almeno un metro, per evitare che l'accumulo di depositi dovuto dal vento li possa ostruire e permettere inoltre un adeguato raccordo dell'elemento di tenuta. I dispositivi di evacuazione delle acque devono essere collegati completamente all'elemento di tenuta mediante materiali estensibili, incollandoli sull'elemento di tenuta solo sulla parte esterna.

In corrispondenza delle soglie di porte e porte finestre su coperture praticabili, l'elemento di tenuta dovrà avere un'altezza tale da impedire l'ingresso dell'acqua nella peggiore delle situazioni prevedibili. Nel caso non sia possibile ricavare soglie (passaggio di carrozzine, ecc.) dovrà essere previsto l'arretramento della porta e il collegamento con il piano della copertura mediante una rampa. L'altezza delle soglie dipenderà dallo spessore degli strati posti sulla copertura.

### ***1.9.3 Coperture piane - tetto verde estensivo***

Inverdimento estensivo tipo Climadrain 25 conforme alla normativa UNI 11235 (tipo Climagrun)  
Caratteristiche del sistema: spessore ca. 11 cm  $\pm$  5% con spessore di substrato comprensivo del coefficiente di compattazione pari a 8 cm; peso a massima saturazione idrica del sistema esclusa vegetazione 130 kg/m<sup>2</sup>.



La composizione stratigrafica del tetto verde sarà così costituita:

### ***Stuoia protettiva e di accumulo idrico tipo Climagrün PECT 300***

Stuoia protettiva e di accumulo idrico Climagrün PECT 300, fornire e posare come protezione del manto impermeabile/strato antiradice da sollecitazioni meccaniche incluso risvolti verticali, con una sovrapposizione di min. 10 cm. Materiale 100% poliestere, colore multicolor, spessore ca. 2 mm, peso 300g/m<sup>2</sup> coesionato mediante agugliatura meccanica e termocalandratura senza collanti e leganti chimici.

### ***Bordo in ghiaia tipo Climagrün***

Fornitura e posa di bordature in ghiaia tonda di fiume 16/32, spessore ca. 5 cm, larghezza ca. 30 cm sopra l'elemento di drenaggio.

### ***Elemento di drenaggio e accumulo idrico tipo Climadrain 25***

Fornitura e posa dell'elemento di drenaggio e accumulo idrico tipo Climadrain 25, per inverdimenti estensivi. Materiale HIPS – 100% riciclabile, con fori per l'aerazione e la diffusione, calpestabile, resistenza alla compressione ca. 322 kN/m<sup>2</sup> sec. EN ISO 25619-2, capacità drenante ca. 0,57 l/s\*m con 2% di pendenza in conformità a EN ISO 12958 con pendenza 2 %, capacità di accumulo idrico 11,8 l/m<sup>2</sup>, capacità di stoccaggio 13,50 l/m, coefficiente di deflusso 0,29 sec. FLL, altezza ca. 2,5 cm, peso ca. 1,3 kg/m con certificato CE.

### ***Stuoia filtrante tipo Climagrün 105***

Fornitura di stuoia filtrante tipo Climagrün 105, posata tra substrato e strato drenante come elemento di separazione e filtrazione, con sovrapposizione di ca. 20 cm. Materiale: 100% polipropilene a filo continuo, coesionato meccanicamente, massa areica 105 g/m<sup>2</sup> EN ISO 9864, allungamento a rottura long. 90% , trasv. 78% sec. EN ISO 10319, resistenza alla trazione long./trasv. 8 kN/m sec. EN ISO 10319, resistenza al punzonamento statico 1,24 kN sec. EN ISO 12236, apertura di filtrazione O90 sec. EN ISO 12956, resistenza all'ossidazione 100% sec. UNI EN ISO 13438, resistenza agli agenti microbiologici >90% determinabile sec. UNI EN 12225, marcatura CE.

### ***Substrato estensivo tipo Climagrün***

Substrato estensivo Climagrün per inverdimenti estensivi come strato portante della vegetazione, stabilizzato, idoneo per ampio spettro di piante, fornito e posato per uno spessore medio finito di ca. 8 cm (90 l/m<sup>2</sup>). Dati tecnici: argilla espansa, lapillo, humus di corteccia e compost vegetale.

Granulometria 0-10 mm, pH 8,5, volume d'acqua pF1 > 30,00 % v/v, porosità totale ≥ 70,00 % v/v, densità apparente ca. 710 kg/m<sup>3</sup>, peso saturo d'acqua ca. 1.100-1.200 kg/m<sup>3</sup>, sostanza organica ca. 4,70 % s.s. v/v, acqua disponibile ca. 28 l/m<sup>2</sup>. L'equivalenza di eventuali prodotti alternativi deve essere certificata a norma UNI 11235, da un istituto indipendente che attesti la corrispondenza dei dati tecnici richiesti.

La certificazione deve essere aggiornata ogni 6 mesi.

### ***Germogli di sedum tipo Climagrün***

Fornitura e messa a dimora dello strato vegetale attraverso l'insediamento di germogli di sedum ca. 80 g/m<sup>2</sup> di min. 5 – 10 varietà sperimentate per gli inverdimenti dei tetti da seminare sull'impianto, rastrellare leggermente, concimare e annaffiare abbondantemente.

### ***Piante giovani tipo Climagrün***

Messa a dimora dello strato vegetale attraverso l'insediamento di sedum piante giovani ca. 6 pezzi/m<sup>2</sup> di min. 4 – 8 varietà sperimentate per gli inverdimenti dei tetti da piantare sull'impianto, concimare e annaffiare.

### ***Cure post-impianto di completamento***

L'impianto a verde, al di sopra delle coperture dei fabbricati, dovrà prevedere una cura di completamento per inverdimento estensivo, realizzato mediante piantagione, secondo UNI 11235, consistente in:

- annaffiamento secondo necessità,
- ripristino della vegetazione ove mancante,
- concimazione secondo necessità,
- allontanamento di vegetazione infestante e di essenze spontanee legnose.

La superficie potrà essere collaudabile una volta raggiunto un grado di copertura pari al 80 % della superficie stessa.

Il periodo di monitoraggio e manutenzione del verde dovrà durare almeno ca. 1 anno.

### ***Prescrizioni per l'esecuzione dei lavori di inverdimento:***

- Pendenze preparate in cantiere, superficie pulita con materiale PVC o altri materiali impermeabilizzanti antiradici con una pendenza minima 2 % verso il bocchettone e/o tubo di scarico;
- La superficie da inverdire dovrà essere libera di materiale di costruzione e altri oggetti;
- Dovrà essere disponibile una gru con gruista che può abbracciare tutta la superficie del tetto;
- Il tetto dovrà essere raggiungibile senza problemi di salita;
- La strada verso il cantiere dovrà essere transitabile anche per mezzi pesanti (silo, bilico, motrice);
- Dovrà essere presente una presa dell'acqua;
- Il tetto verde dovrà essere finito in una fase lavorativa;

NB : I riferimenti a prodotti e marchi registrati sono da considerarsi indicativi e la DL avrà ampia facoltà di accettare, eventualmente mediante pre-qualifica, i prodotti analoghi che ritenesse idonei.

Contribuisce all'ottenimento dei crediti utili ai fini della certificazione LEED.

## **1.10 Partizioni interne**

### **1.10.1 Partizione interna verticale**

#### Lastre di gesso rinforzato

Prima di iniziare le operazioni di posa della struttura è necessario procedere al tracciamento, individuando le superfici delle varie parti dell'edificio alle quali la tramezzatura dovrà raccordarsi. Le

canalizzazioni relative agli impianti devono di preferenza essere posate prima del montaggio della struttura.

La guida deve essere fissata al suolo mediante fissaggio meccanico, ogni 50-60 cm, o di incollaggio con adesivi poliuretani a due componenti da miscelare o adesivi in solvente a base di elastomeri. Nel caso di posa su solette al rustico è opportuno interporre tra la guida e la soletta, una striscia di membrana bituminosa o sintetica di larghezza sufficiente per superare, dopo la piega di risvolto, il livello del pavimento finito di circa 2 cm. Ciò ai fini della protezione da infiltrazioni di acqua durante la posa dei pavimenti.

La posa della guida superiore avviene in modo analogo a quello previsto per la guida superiore.

In corrispondenza di vani delle porte, la guida deve essere interrotta a meno che non sia previsto che essa contorni tutto il vano. Le guide devono essere in questo caso tagliate in modo tale da prevedere una eccedenza di 15-20 cm rispetto all'ultimo punto di fissaggio.

I montanti vengono tagliati con lunghezze inferiori di 1 cm a quella esistente fra guida superiore ed inferiore e vengono posizionati in modo tale che la loro apertura sia disposta nel senso di posa delle lastre ed il loro interasse sia compreso fra 40 e 60 cm. L'asolatura per agevolare il passaggio di eventuali cavi deve essere praticata nella loro parte inferiore; solo in corrispondenza dei vani porta essi devono venire capovolti per avere l'asolatura in alto.

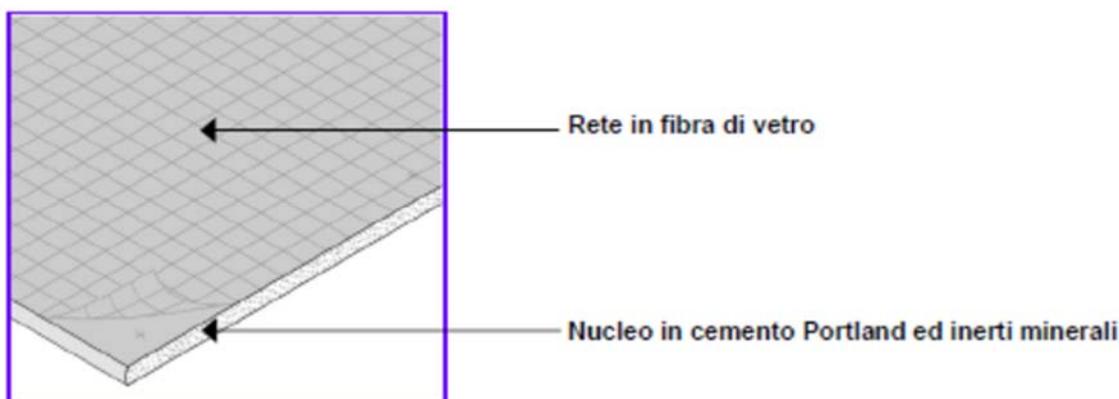
Le lastre devono essere posizionate a giunti sfalsati ed in modo tale da lasciare alla base una distanza di circa 1 cm. Il loro fissaggio all'orditura avviene mediante viti autofilettanti in ragione di una ogni 25-30 cm in verticale ed i giunti fra le lastre adiacenti vengono in seguito trattati procedendo al riempimento dell'assottigliamento dopo aver applicato, con adesivo a base di gesso, uno speciale nastro di armatura.

### 1.10.2 *Pareti divisorie a secco interne ed esterne (realizzate con tipologie costruttive tipo knauf aquapanel outdoor e indoor o prodotti equivalenti ripartizione interna/esterna verticale)*

#### 1.10.2.1 *Introduzione*

##### ***Sistemi costruttivi a secco a base cementizia fibrinforzata per pareti esterne.***

La lastra a base cementizia (tipo Aquapanel® o similare) è composta da inerti e cemento Portland, armata con rete in fibra di vetro sulle superfici, 100% minerale.



Per le tamponature esterne il sistema di pareti a secco (con tipologia tipo AQUAPANEL® Outdoor o similare) rappresenta l'alternativa al tradizionale sistema costruttivo in muratura, così oneroso in quanto a tempi d'esecuzione. Il pannello a base cementizia fibrinforzata è un materiale robusto, stabile

e resistente all'acqua, indicato per la realizzazione di facciate e pareti di tamponamento a secco ad elevate prestazioni di isolamento termico ed acustico, cappotti prestazionali, controsoffitti esterni, rivestimento di impianti tecnici esterni.

Il sistema può essere impiegato per superfici planari o curve.

Le lastre presentano una densità di 1150 Kg/m<sup>3</sup>, ed elevate prestazioni di resistenza alle sollecitazioni meccaniche e resistenza all'acqua.

Le lastre devono essere orientate orizzontalmente ovvero trasversalmente ai montanti verticali, ed avvitate all'orditura metallica con speciali viti (ogni produttore fornisce quelle specifiche) altamente resistenti alla corrosione - categoria C4 secondo norma EN ISO 12944, poste ad interasse non superiore a 200 mm. Nella posa delle lastre è necessario lasciare una distanza di 3÷4 mm tra una lastra e l'altra, lungo i bordi longitudinali (lato lungo).

Questo accorgimento è di fondamentale importanza perché consente allo stucco che verrà applicato sui giunti di penetrare in quantità fino sul retro della superficie e di garantire pertanto l'adeguata resistenza meccanica. Una applicazione che non tenga conto del distanziamento tra i giunti è da considerare errata e rischia di causare fessurazioni lungo le giunzioni stesse. Questo accorgimento non è richiesto per i bordi trasversali (lato corto), dove le lastre devono essere accostate.

Le orditure metalliche, di supporto ai pannelli, devono essere prodotte secondo i più alti standard di qualità, con materie prime selezionate. Le orditure, per realizzare pareti e controsoffitti in esterno o in ambienti particolarmente umidi, dovranno essere rivestite con immersione a caldo in lega di magnesio, alluminio e zinco (MgZ®), che conferisce maggiore resistenza alla corrosione di alluminio più diffuse. E' necessaria la marcatura CE, in quanto prodotti in conformità alla norma europea EN 14195.

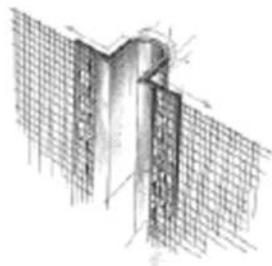
Tra l'orditura e la lastra cementizia dovrà essere interposto il tessuto come barriera all'acqua, traspirante al vapore dall'interno verso l'esterno. Generalmente tale tessuto dovrà essere posto trasversalmente alle orditure metalliche in corrispondenza del piano di posa delle lastre, prima della messa in opera delle stesse. Il tessuto (tipo Tyvek di Knauf o similare) viene fissato sull'ala del profilo metallico mediante l'impiego di nastro biadesivo, sovrapponendo i successivi strati di almeno 150 mm, partendo dal basso verso l'alto, e risvoltando i lembi in orizzontale verso l'interno di almeno 200 mm, in corrispondenza delle aperture sulle pareti. La posa in opera del tessuto avviene in modo che la marcatura sia visibile sul lato esterno. Relativamente alle aperture e ai vani finestre, questi saranno riquadrati nel loro imbotte con la lastra, previa stesura e risvolto laterale interno della parete, del tessuto.

Per la stuccatura dei giunti si utilizza uno speciale stucco a base cementizia, (tipo quello commercializzato da Knauf: Aquapanel Exterior Basecoat), armando i giunti tra le lastre con il nastro in rete in fibra di vetro a maglia quadrata, resistente agli alcali, di larghezza 33 cm. La stuccatura dei giunti orizzontali tra le lastre – con bordo arrotondato – deve penetrare abbondantemente in tutto lo spessore delle lastre, fino a raggiungere il fondo del lembo posteriore della lastra.

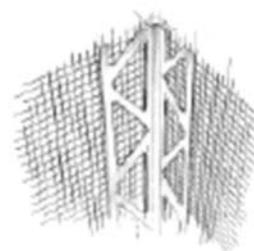
Alla fase di stuccatura segue la rasatura dell'intera superficie eseguita con lo stesso stucco, per uno spessore pari a circa 7 mm, e rinforzata con la rete in fibra di vetro resistente agli alcali.

Sarà necessario prevedere la presenza giunti di dilatazione di circa 15 mm di larghezza, successivamente posti in opera ogni 12 m di lunghezza e/o altezza delle facciate in pannelli, al fine di permetterne la libera dilatazione. In funzione dello sviluppo delle facciate e della presenza delle aperture, il posizionamento e la distanza tra i giunti può subire delle modifiche che dovranno comunque essere concordate a seconda dei casi specifici. I giunti di dilatazione saranno realizzati mediante l'interruzione della struttura metallica, sia delle guide U che dei profili C, e delle lastre cementizie di

rivestimento, la cui sigillatura sarà garantita mediante un apposito giunto in PVC ad anima elastica. Si ricorda di garantire sempre la continuità del Tessuto dietro al coprigiunto.



Coprigiunto



Paraspiangolo in PVC

Tutti gli spigoli liberi, dovranno essere protetti da speciale Paraspiangolo in PVC, opportunamente posato in opera tra le 2 stesure di rasatura della superficie.

### **1.10.2.2 Sistemi costruttivi a secco a base cementizia fibrorinforzata per pareti interne.**

Per le tamponature interne il sistema di pareti a secco (con tipologia AQUAPANEL® Indoor) rappresenta la soluzione a secco per ambienti soggetti ad elevata umidità, dove non è possibile l'impiego del sistema con lastre di cartongesso. La lastra in cls fibrorinforzata è un materiale robusto, stabile e resistente all'acqua, indicato per la realizzazione di pareti o contropareti, a secco ad elevate prestazioni di isolamento termico ed acustico, cappotti prestazionali, controsoffitti, rivestimento di impianti tecnici.

Il sistema può essere impiegato per superfici planari o curve.

La lastra presenta una densità di 1050 Kg/m<sup>3</sup>, ed elevate prestazioni di resistenza alle sollecitazioni meccaniche e resistenza all'acqua.

Le lastre devono essere orientate orizzontalmente ovvero trasversalmente ai montanti C verticali, ed avvitate all'orditura metallica con speciali viti altamente resistenti alla corrosione - categoria C4 secondo norma EN ISO 12944, poste ad interasse non superiore a 200 mm, 150 mm nei controsoffitti. Per la posa delle lastre è necessario applicare il collante adesivo che verrà applicato nei giunti al fine di penetrare in quantità fino sul retro della superficie e di garantire pertanto l'adeguata resistenza meccanica e sigillatura.

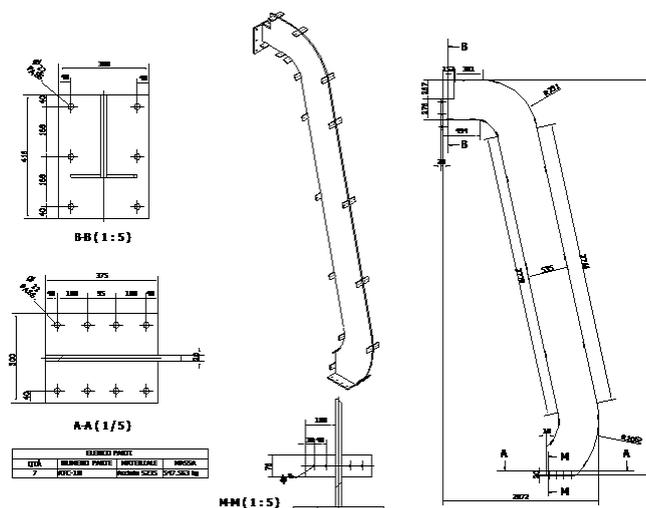
Questa operazione deve essere eseguita prima della posa in opera della lastra successiva. Ad essiccazione avvenuta il collante in eccesso dovrà essere rimosso con una spatola metallica. I giunti delle lastre tra pavimento, pareti e soffitto, richiedono un sigillante elastico permanente nelle zone asciutte.

### **1.10.2.3 Tamponatura esterna con Sistema a secco (tipo Knauf Aquapanel Outdoor)**

I sistemi costruttivi a secco della Knauf, riportati di seguito, sono citati a titolo esaustivo e qualitativo e pertanto sarà cura della Direzione Lavori approvare materiale e tecnologia avente le stesse caratteristiche.

Sugli elaborati di progetto, le pareti di tamponamento esterno (quelle curve) sono state denominate **Ta01, Ta01a e Ta 02** le quali si differenziano per il diverso spessore dello strato d'aria e nel caso della T1a nell'assenza dell'isolante.

Gli elementi portanti delle pareti perimetrali sono costituiti da dime in acciaio tagliate al laser a tutt'altezza sagomate per dare la giusta geometria (curva) alla pareti. Tali elementi sono fissati su un cordolo di base e ad un cordolo in copertura mediante piastre in acciaio bullonate. Si riporta un dettaglio di esempio:



Le pareti esterne perimetrali realizzate in opera con lastre in cls fibrorinforzato, sono caratterizzate da una trasmittanza termica  $U$  pari a  $0,180 \text{ W/m}^2\text{K}$  e da una trasmittanza termica periodica pari a  $0,067 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

L'orditura metallica, realizzata in doppia serie parallela, sarà realizzata con profili in acciaio rivestiti con lega di zinco, magnesio e alluminio MgZ, a norma UNI-EN 10215, resistenti alla corrosione, delle dimensioni di :

- guide U40x75x40 mm, spessore 0.8 mm,
- montanti C50x75x50, spessore 0.8 mm, posti ad interasse di 400 mm ed isolata dalle strutture perimetrali con nastro vinilico monoadesivo con funzione di taglio acustico, dello spessore di 4 mm.

L'orditura metallica interna verrà realizzata con profili in acciaio zincato con classificazione di 1<sup>^</sup> scelta, a norma UNI EN 10327, con resistenza in nebbia salina 72h, delle dimensioni di:

- guide U40x100x40 mm, spessore 0.6 mm,
- montanti C50x100x50 mm, spessore 0.6 mm, posti ad interasse di 400 mm ed isolata dalle strutture perimetrali con nastro monoadesivo con funzione di taglio acustico, dello spessore di 4 mm.

I profili saranno conformi alla norma armonizzata EN 14195 riguardante “Profili per Sistemi in Lastre in Gesso Rivestito” con attestato di conformità CE, in classe A1 di reazione al fuoco, prodotti secondo il sistema di qualità UNI EN ISO 9001.

E' prevista la posa di un tessuto tipo Aquapanel® Water-resistive barrier o similare, quale barriera all'acqua ma traspirante al vapore, posto trasversalmente alle orditure metalliche esterne in corrispondenza del piano di posa delle lastre in cemento rinforzato per esterni, prima della messa in

opera delle stesse. Lo stesso sarà fissato provvisoriamente sull'ala del profilo metallico mediante l'impiego di nastro biadesivo, sovrapponendo i successivi strati di almeno 100 mm e partendo dal basso verso l'alto, quindi risvoltando i lembi di almeno 200 mm verso l'interno in corrispondenza delle aperture sulle pareti.

- Il rivestimento della parete, sul lato esterno dell'orditura, sarà realizzato con uno strato singolo di lastre in cemento rinforzato tipo Knauf Aquapanel® Outdoor o similare, ad elevate prestazioni di resistenza alle sollecitazioni meccaniche e resistenza all'acqua, rinforzate con due reti in fibra di vetro sulle due facce, costituite da inerti minerali (perlite) e leganti cementizi (cemento Portland), collaudate dal punto di vista biologico-abitativo come da certificato rilasciato dall'Istituto di Bioarchitettura di Rosenheim, marcate CE a norma ETA 07/0173, aventi le seguenti caratteristiche:

-Densità apparente a secco 1050 kg/m<sup>3</sup>; -Resistenza alla flessione 9.6 MPa; -Resistenza alla trazione perpendicolare al piano della lastra 0.65 N/mm<sup>2</sup>; -Resistenza al taglio 607 N; -Valore pH 12; -Module E circa 4000-7000 N/mm<sup>2</sup>; -Conducibilità termica 0.35 W/mK; -Dilatazione termica 7 10<sup>-5</sup> K; -Resistenza alla diffusione del vapor acqueo 66; -Variazione della lunghezza con 65%-85% di umidità 0.23 mm/m; -Variazione dello spessore con 65%-85% di umidità 0.2 mm/m; -Classe di reazione al fuoco A1.

Le lastre in fibrocemento saranno orientate orizzontalmente ed avvitate a giunti sfalsati all'orditura metallica con viti speciali Maxi Screw - altamente resistenti alla corrosione - categoria C4 secondo norma EN ISO 12944, poste ad interasse non superiore a 200 mm.

- Il rivestimento interno sarà invece realizzato con doppio strato di lastre in gesso rivestito, collaudate dal punto di vista biologico-abitativo come da certificato rilasciato dall'Istituto di Bioarchitettura di Rosenheim.

1° strato a contatto con l'orditura: lastre in gesso rivestito ad alta densità, elevata resistenza meccanica e idrorepellenti Knauf Diamant, marcate CE a norma UNI EN 520, dello spessore di 12.5 mm, in classe di reazione al fuoco A2-s1,d0 (non infiammabile), avvitate all'orditura metallica con viti autopercoranti fosfatate Knauf Diamant XTN.

2° strato a vista: lastre in gesso rivestito iKnauf GKB + BV, marcate CE a norma UNI EN 14190, dello spessore di 12.5 mm accoppiata con barriera a vapore in lamina di alluminio 15μ, in classe di reazione al fuoco A2-s1,d0 (non infiammabile), avvitate all'orditura metallica con viti autopercoranti fosfatate.

Nell'intercapedine tra le due orditure metalliche sarà inserito un ulteriore strato con lastra in gesso rivestito Knauf GKB, spessore 12.5 mm, avvitato all'orditura metallica esterna, continuo da pavimento a soffitto e privo di interruzioni.

In ciascuna delle intercapedini formate dall'orditura metallica verrà inserito un pannello di lana Knauf IsoRoccia 70 conforme alla norma UNI EN 13162, lambda 0,035 W/mK dello spessore di 80/85 mm e densità 70 kg/m<sup>3</sup> in euroclasse A1 di reazione al fuoco.

La fornitura in opera sarà comprensiva della stuccatura dei giunti e della rasatura su tutta la superficie del rivestimento esterno in lastre Aquapanel® Outdoor, eseguita con stucco Aquapanel® Exterior Basecoat per uno spessore pari ad almeno 8 mm. La rasatura sarà quindi rinforzata con rete in fibra di vetro resistente agli alcali, Aquapanel® Exterior Reinforcing Mesh, per ottenere una superficie pronta per la finitura con intonachino/pittura o rivestimento. Di seguito si riporta un riepilogo di dettaglio (tipologico della Knauf) di tutti gli elementi costituenti la parete:

**Parete Ta\_01 e Ta\_01a:**

Nastro monoadesivo sp. 4 mm 95x30000 mm  
 Profilo guida U 40/75/40 sp. 0,6 mm 75x3000 mm  
 Profilo montante C 50/75/50 sp. 0,6 mm 75x3000 mm  
 Profilo Guida U 40/100/40 in MgZ 0,6 mm 100x4000 mm  
 Profilo montante C 50/100/50 in MgZ 0,6 mm 100x3000 mm  
 Isoroccia Dens.110Kg/mc, Spessore 85 mm 600x1000 mm  
 Aquapanel Outdoor sp. 12,5 mm 1200x2400 mm  
 Aquapanel Water Resistive Barrier 1500x75000 mm  
 Aquapanel Maxi SN Screws Punta HS Lungh. 25 mm  
 Aquapanel Exterior Basecoat (48)  
 Reinforcing Mesh 160 GR/M2 1000 MMX50 M (33)  
 Rete di armatura  
 Exterior Primer 15Kg  
 Lastra Knauf Silentboard 12,5 mm 625x2400 mm HRKAK  
 Vite 212 punta a chiodo Ø 3,9 - 25 mm  
 Vite 212 punta a chiodo Ø 3,9 - 35 mm  
 Fugenfüller Leicht 10 Kg  
 Stucco per giunti  
 Nastro microforato rotolo da 150 m

Ta\_01 - Parete con pannelli a secco, sottostruttura metallica e intercapedine  
Sp. 600 mm (A.P. 149)

Ta\_01a - Parete con pannelli a secco, sottostruttura metallica - sp. 600 mm (A.P. 119)

**Parete Ta\_02:**

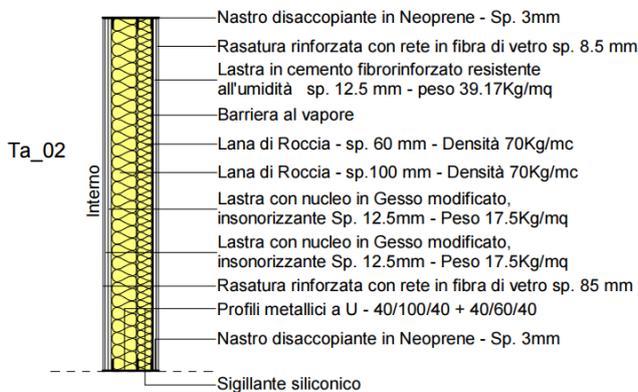
Il rivestimento sul lato esterno dell'orditura sarà realizzato con uno strato singolo di lastre in cemento fibrorinforzato tipo Knauf Aquapanel® Outdoor, ad elevate prestazioni di resistenza alle sollecitazioni meccaniche e resistenza all'acqua.

1° strato a contatto con l'orditura: lastre in gesso rivestito ad alta densità, elevata resistenza meccanica e idrorepellenti Knauf GKB,

2° strato a vista: lastre in gesso rivestito Knauf GKB, marcate CE a norma UNI EN 14190, dello spessore di 12.5 mm, in classe di reazione al fuoco A2-s1,d0 (non infiammabile).

Doppio strato di pannello di lana di roccia 60+100 (1) conforme alla norma UNI EN 13162,  $\lambda$  0,035 W/mK e densità 70 (1) kg/m<sup>3</sup> in euroclasse A1 di reazione al fuoco.

Ta\_02 - Parete con pannelli a secco, sottostruttura metallica - sp. 219.5 mm (A.P. 150)

**1.10.2.4 Tamponatura esterna PCC (Ta04) - ATC (Ta03)**

Rivestimento interno, dello spessore di 72,5 mm, ad orditura metallica singola e rivestimento in lastre.

L'orditura metallica verrà realizzata con profili in acciaio zincato aventi un carico di snervamento pari a 300 N/mm<sup>2</sup>, conformi alla norma europea UNI EN 10346, con rivestimento di zinco di 1<sup>a</sup> scelta e qualità Zn 99%, spessore acciaio 0,6 mm. I profili saranno marcati CE conformemente alla norma armonizzata EN 14195 riguardante "Profili per Sistemi in Lastre in Gesso Rivestito", in classe A1 di reazione al fuoco, prodotti secondo il sistema qualità UNI EN 9001.

Il rivestimento su un lato dell'orditura sarà realizzato con strato singolo di lastre in gessofibra, marcate CE a norma EN520 e conformi alla DIN 18180, tipo Knauf Vidiwall XL o similari, collaudate dal punto di vista biologico-abitativo come da certificato rilasciato dall'Istituto di Bioarchitettura di

Rosenheim, dello spessore di 12,5 mm, in classe di reazione al fuoco A2 s1 d0 (non infiammabile), avvitate all'orditura metallica con viti autoperforanti fosfatate (primo strato di lastre viti ad interasse di 80 cm, secondo strato viti ad interasse di 25 cm).

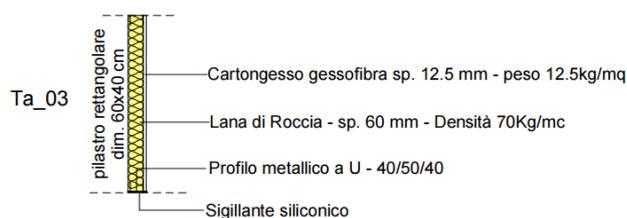
Nell'intercapedine verrà inserito un pannello di lana Isoroccia, conforme alla norma UNI EN 13162, lambda 0,035 W/mK, dello spessore di 60 mm, in euroclasse A1 di reazione al fuoco. il rimanente spazio verrà utilizzato per far passare gli impianti.

La fornitura in opera sarà comprensiva della finitura superficiale di livello di qualità 2 - Q2: indicato per finiture mediamente lisce o ruvide (carte da parati standard), pitture opache, coprenti, con finitura media e grezza, applicate a mano (a spugna o a rullo) e rivestimenti di finitura con dimensioni delle particelle >1 mm. Generalmente il livello Q2 soddisfa i requisiti previsti per i sistemi in lastre di gesso rivestito, che prevedono sostanzialmente la planarità e la continuità tra la superficie del giunto e quello della lastra. Il livello Q2 comprende il riempimento del giunto tra le lastre, compreso l'eventuale nastro di rinforzo, la copertura della parte visibile degli elementi di fissaggio (viti) e la rimozione dello stucco in eccesso e una rasatura che garantisca la continuità del sistema, inclusa la carteggiatura se necessaria. I segni delle spatole o le creste non possono essere totalmente evitati;

Le modalità per la messa in opera saranno conformi alle norme UNI 11424 e alle prescrizioni del produttore.

Nastro monoadesivo sp.4 mm 50x30000 mm  
 Profilo guida U 40/50/40 sp. 0,6 mm 50x3000 mm  
 Profilo monante C50/50/50 sp. 0,6 mm 50x3000 mm  
 Vidiwall XL  
 Viti speciali  
 DP7 Isoroccia 70 spessore 60 mm 1000x600  
 vite V.R.  
 Nastro in rete  
 Tiefengrund

Ta\_03 - Rivestimento pilastri prefabbricati rettangolari - sp. 72.5 mm (A.P. 151)



#### 1.10.2.5 Parete Divisoria interna PCC-Tr\_01 ,

Parete divisoria interna, dello spessore di 75 mm, ad orditura metallica singola e rivestimento in lastre.

L'orditura metallica verrà realizzata con profili in acciaio zincato aventi un carico di snervamento pari a 300 N/mm<sup>2</sup>, conformi alla norma europea UNI EN 10346, con rivestimento di zinco di 1<sup>a</sup> scelta e qualità Zn 99%, spessore acciaio 0,6 mm. I profili saranno marcati CE conformemente alla norma armonizzata EN 14195 riguardante "Profili per Sistemi in Lastre in Gesso Rivestito", in classe A1 di reazione al fuoco, prodotti secondo il sistema qualità UNI EN 9001.

Il rivestimento su entrambi i lati dell'orditura sarà realizzato con strato singolo di lastre in gessofibra rivestito, marcate CE a norma EN520 e conformi alla DIN 18180, tipo Knauf Vidiwall xl, collaudate dal punto di vista biologico-abitativo come da certificato rilasciato dall'Istituto di Bioarchitettura di Rosenheim, dello spessore di 12,5 mm, in classe di reazione al fuoco A2 s1 d0 (non infiammabile), avvitate all'orditura metallica con viti autoperforanti fosfatate (primo strato di lastre viti ad interasse di 80 cm, secondo strato viti ad interasse di 25 cm).

Nell'intercapedine verrà inserito un pannello di lana Isoroccia, conforme alla norma UNI EN 13162, lambda 0,035 W/mK, dello spessore di 60 mm, in euroclasse A1 di reazione al fuoco. il rimanente spazio verrà utilizzato per far passare gli impianti.

La fornitura in opera sarà comprensiva della finitura superficiale di livello di qualità 2 - Q2: indicato per finiture mediamente lisce o ruvide (carte da parati standard), pitture opache, coprenti, con finitura media e grezza, applicate a mano (a spugna o a rullo) e rivestimenti di finitura con dimensioni delle particelle >1 mm. Generalmente il livello Q2 soddisfa i requisiti previsti per i sistemi in lastre di gesso rivestito, che prevedono sostanzialmente la planarità e la continuità tra la superficie del giunto e quello della lastra. Il livello Q2 comprende il riempimento del giunto tra le lastre, compreso l'eventuale nastro di rinforzo, la copertura della parte visibile degli elementi di fissaggio (viti) e la rimozione dello stucco in eccesso e una rasatura che garantisca la continuità del sistema, inclusa la carteggiatura se necessaria. I segni delle spatole o le creste non possono essere totalmente evitati;

Le modalità per la messa in opera saranno conformi alle norme UNI 11424 e alle prescrizioni del produttore.

**PARETE DIVISORIA TIPO Tr 1 SENZA RIVESTIMENTO FONOASSORBENTE  
sp. 75+20mm (A.P. 148)**



### 1.10.2.1 Parete Divisoria interna ATC-Tr\_01 ,

Parete divisoria interna, dello spessore di 125 mm, ad orditura metallica singola e doppio rivestimento in lastre di gesso rivestito, con potere fonoisolante  $R_w = 66$  dB (1).

L'orditura metallica verrà realizzata con profili in acciaio zincato aventi un carico di snervamento pari a  $300$  N/mm<sup>2</sup>, conformi alla norma europea UNI EN 10346, con rivestimento di zinco di 1^ scelta e qualità Zn 99%, spessore acciaio 0,6 mm delle dimensioni di:

- guide a "U" 40/75/40 mm, isolate dalle strutture perimetrali con nastro monoadesivo;
- montanti a "C" 50/75/50 mm posti ad interasse non superiore a 600 mm.

I profili saranno marcati CE conformemente alla norma armonizzata EN 14195 riguardante "Profili per Sistemi in Lastre in Gesso Rivestito", in classe A1 di reazione al fuoco, prodotti secondo il sistema qualità UNI EN 9001.

Il rivestimento su entrambi i lati dell'orditura sarà realizzato con doppio strato di lastre.

Il primo strato, a contatto con l'orditura, sarà eseguito con lastre in gesso rivestito tipo Knauf Silentboard con elevato potere fonoisolante, prodotte secondo la normativa UNI EN 520 e conformi alla norma DIN 18180, aventi le seguenti caratteristiche:

- spessore 12,5 mm; - peso 17,5 kg/m<sup>2</sup>; - classe di reazione al fuoco A2-s1,d0;

avvitate all'orditura metallica con specifiche viti tipo Knauf poste ad interasse 750 mm.

Il secondo strato, a vista, sarà realizzato con lastre Knauf GKB, aventi le seguenti caratteristiche: - spessore 12,5 mm; - peso 9,8 kg/m<sup>2</sup>; - classe di reazione al fuoco A2-s1,d0;

Nell'intercapedine verrà inserito un pannello di lana tipo Knauf MW 35 (Mineral Wool 035), conforme alla norma UNI EN 13162,  $\lambda$  0,035 W/mK, dello spessore di 80 mm, in euroclasse A1 di reazione al fuoco, prodotta, grazie all'esclusiva tecnologia tipo Knauf ECOSE, con resina priva di formaldeide, di origine vegetale, completamente riciclabile. La fornitura in opera sarà comprensiva della finitura superficiale secondo livello di qualità 1 - Q1: indicato per superfici che non devono soddisfare richieste di finiture decorative. In questo caso sono previsti il riempimento del giunto tra le lastre, compreso l'eventuale nastro di rinforzo, la copertura della parte visibile degli elementi di fissaggio (viti) e la rimozione dello stucco in eccesso.

PARETE DIVISORIA TIPO Tr 1 - sp. 125 mm (A.P. 118)



### 1.10.2.2 Parete Divisoria interna ATC-Tr\_02 ,

Parete divisoria interna, dello spessore di 125 mm, ad orditura metallica singola e doppio rivestimento in lastre in gesso rivestito tipo Knauf ignilastra (GKF) o similare.

L'orditura metallica verrà realizzata con profili in acciaio zincato aventi un carico di snervamento pari a 300 N/mm<sup>2</sup>, conformi alla norma europea UNI EN 10346, con rivestimento di zinco di 1<sup>a</sup> scelta e qualità Zn 99%, spessore acciaio 0,6 mm. I profili saranno marcati CE conformemente alla norma armonizzata EN 14195 riguardante "Profili per Sistemi in Lastre in Gesso Rivestito", in classe A1 di reazione al fuoco, prodotti secondo il sistema qualità UNI EN 9001.

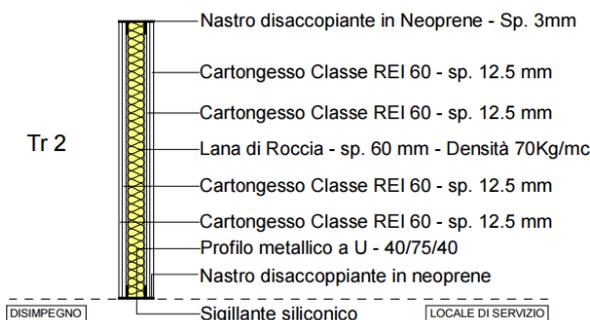
Il rivestimento su entrambi i lati dell'orditura sarà realizzato con doppio strato di lastre in gesso rivestito, marcate CE a norma UNI EN 520 e conformi alla DIN 18180, avvitate all'orditura metallica con specifiche viti autopercoranti fosfatate ogni 25 cm, aventi le seguenti caratteristiche: spessore 12,5 mm; classe di reazione al fuoco A2-s1,d0.

Nell'intercapedine verrà inserito un pannello di lana Isorocchia, conforme alla norma UNI EN 13162,  $\lambda$  0,035 W/mK, dello spessore di 60 mm, in euroclasse A1 di reazione al fuoco.

La fornitura in opera sarà comprensiva della finitura superficiale di livello di qualità 2 - Q2: indicato per finiture mediamente lisce o ruvide (carte da parati standard), pitture opache, coprenti, con finitura media e grezza, applicate a mano (a spugna o a rullo) e rivestimenti di finitura con dimensioni delle particelle >1 mm. Generalmente il livello Q2 soddisfa i requisiti previsti per i sistemi in lastre di gesso rivestito, che prevedono sostanzialmente la planarità e la continuità tra la superficie del giunto e quello della lastra. Il livello Q2 comprende il riempimento del giunto tra le lastre, compreso l'eventuale nastro di rinforzo, la copertura della parte visibile degli elementi di fissaggio (viti) e la rimozione dello stucco in eccesso e una rasatura che garantisca la continuità del sistema, inclusa la carteggiatura se necessaria. I segni delle spatole o le creste non possono essere totalmente evitati;

Le modalità per la messa in opera saranno conformi alle norme UNI 11424 e alle prescrizioni del produttore.

PARETE DIVISORIA TIPO Tr 2 CON CARATTERISTICA DI RESISTENZA AL FUOCO REI 60 - Sp. 125 mm (A.P. 145)



### 1.10.2.3 Parete Divisoria interna PCC - Tr\_02a

Fornitura e posa in opera di parete divisoria interna, dello spessore di 125 mm, ad orditura metallica singola e doppio rivestimento in lastre di gesso rivestito, con potere fonoisolante  $R_w = 66$  dB (1).

L'orditura metallica verrà realizzata con profili in acciaio zincato aventi un carico di snervamento pari a  $300$  N/mm<sup>2</sup>, conformi alla norma europea UNI EN 10346, con rivestimento di zinco di 1<sup>a</sup> scelta e qualità Zn 99%, spessore acciaio 0,6 mm delle dimensioni di:

- guide a "U" 40/75/40 mm, isolate dalle strutture perimetrali con nastro monoadesivo;
- montanti a "C" 50/75/50 mm posti ad interasse non superiore a 600 mm.

I profili saranno marcati CE conformemente alla norma armonizzata EN 14195 riguardante “Profili per Sistemi in Lastre in Gesso Rivestito”, in classe A1 di reazione al fuoco, prodotti secondo il sistema qualità UNI EN 9001.

Il rivestimento su entrambi i lati dell'orditura sarà realizzato con doppio strato di lastre.

Il primo strato, a contatto con l'orditura, sarà eseguito con lastre in gesso rivestito tipo Knauf Silentboard con elevato potere fonoisolante, prodotte secondo la normativa UNI EN 520 e conformi alla norma DIN 18180, aventi le seguenti caratteristiche: - spessore 12,5 mm;

- peso 17,5 kg/m<sup>2</sup>;- classe di reazione al fuoco A2-s1,d0;

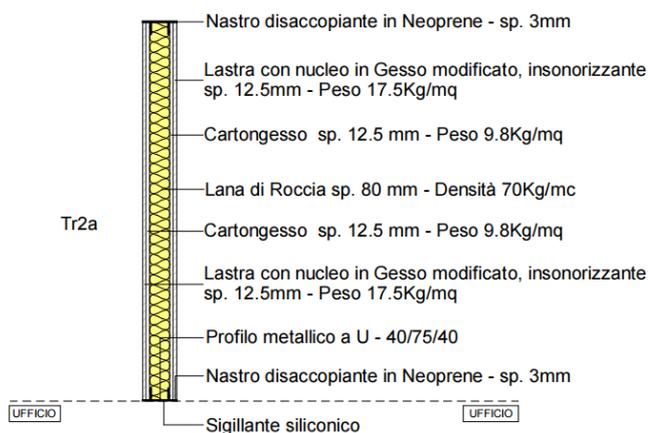
avvitate all'orditura metallica con specifiche viti tipo Knauf poste ad interasse 750 mm.

Il secondo strato, a vista, sarà realizzato con lastre Knauf GKB, aventi le seguenti caratteristiche: - spessore 12,5 mm; - peso 9,8 kg/m<sup>2</sup>; - classe di reazione al fuoco A2-s1,d0;

Nell'intercapedine verrà inserito un pannello di lana tipo Knauf MW 35 (Mineral Wool 035), conforme

alla norma UNI EN 13162,  $\lambda$  0,035 W/mK, dello spessore di 80 mm, in euroclasse A1 di reazione al fuoco, prodotta, grazie all'esclusiva tecnologia tipo Knauf ECOSE, con resina priva di formaldeide, di origine vegetale, completamente riciclabile. La fornitura in opera sarà comprensiva della finitura superficiale secondo livello di qualità 1 - Q1: indicato per superfici che non devono soddisfare richieste di finiture decorative. In questo caso sono previsti il riempimento del giunto tra le lastre, compreso l'eventuale nastro di rinforzo, la copertura della parte visibile degli elementi di fissaggio (viti) e la rimozione dello stucco in eccesso.

**PARETE DIVISORIA TIPO Tr 2a SENZA RIVESTIMENTO FONOASSORBENTE sp. 125mm (A.P. 118)**



### 1.10.2.4 Parete Divisoria interna ATC e PCC- Tr\_03

Fornitura e posa in opera di parete di tamponamento, ad orditura metallica e rivestimento in lastre di cemento rinforzato tipo KnaufAquapanel® Outdoor, dello spessore totale di 175 mm. L'orditura metallica, realizzata in doppia serie parallela, sarà realizzata con profili tipo Knauf in acciaio DX51D+ AZ150-A-C rivestito con lega di zinco, magnesio e alluminio tipo Knauf MgZ, a norma UNI-EN 10215, resistenti alla corrosione, delle dimensioni di :

- guide U40x75x40 mm, spessore 0,6 mm,
- montanti C50x75x50, spessore 0.6 mm, posti ad interasse di 400 mm ed isolata dalle strutture perimetrali con nastro vinilico monoadesivo con funzione di taglio acustico, dello spessore di 4 mm.

L'orditura metallica interna verrà realizzata con profili tipo Knauf in acciaio zincato con classificazione di 1^ scelta, a norma UNI EN 10327, con resistenza in nebbia salina 72h, delle dimensioni di: • guide U40x75/40 mm, spessore 0.6 mm, • montanti C50x75x50 mm, spessore 0.6 mm, posti ad interasse di 400 mm ed isolata dalle strutture perimetrali con nastro monoadesivo con funzione di taglio acustico, dello spessore di 4 mm.

I profili saranno conformi alla norma armonizzata EN 14195 riguardante “Profili per Sistemi in Lastre in Gesso Rivestito” con attestato di conformità CE, in classe A1 di reazione al fuoco, prodotti secondo il sistema di qualità UNI EN ISO 9001.

Il rivestimento su entrambi i lati dell'orditura sarà realizzato con uno strato singolo di lastre in cemento rinforzato tipo Knauf Aquapanel® Outdoor, ad elevate prestazioni di resistenza alle sollecitazioni meccaniche e resistenza all'acqua, rinforzate con due reti in fibra di vetro sulle due facce, costituite da inerti minerali (perlite) e leganti cementizi (cemento Portland), collaudate dal punto di vista biologico-abitativo come da certificato rilasciato dall'Istituto di Bioarchitettura di Rosenheim, marcate CE a norma ETA 07/0173, aventi le seguenti caratteristiche: -Densità apparente a secco 1050 kg/m<sup>3</sup>; -Resistenza alla flessione 9.6 MPa; -Resistenza alla trazione perpendicolare al piano della lastra 0.65 N/mm<sup>2</sup>; -Resistenza al taglio 607 N; -Valore pH 12; -Module E circa 4000-7000 N/mm<sup>2</sup>; -Conduktività termica 0.35 W/mK; -Dilatazione termica 7 10-5 K; -Resistenza alla diffusione del vapor acqueo 66; -Variazione della lunghezza con 65%-85% di umidità 0.23 mm/m; -Variazione dello spessore con 65%-85% di umidità 0.2 mm/m; -Classe di reazione al fuoco A1.

Le lastre Aquapanel® saranno orientate orizzontalmente ed avvitate a giunti sfalsati all'orditura metallica con viti speciali Maxi Screw -

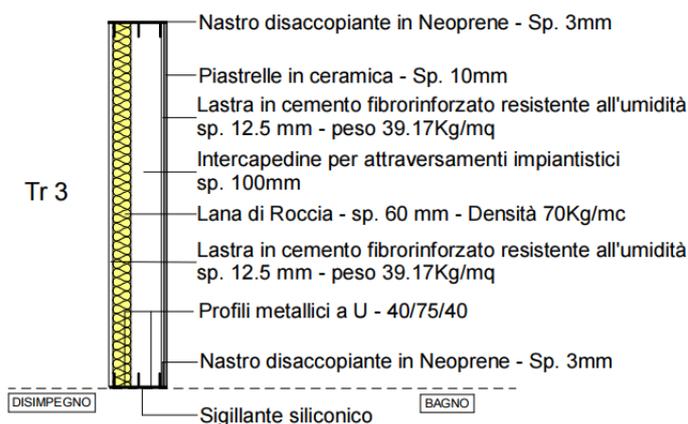
altamente resistenti alla corrosione - categoria C4 secondo norma EN ISO 12944, poste ad interasse non superiore a 200 mm.

Nell'intercapedine formata dall'orditura metallica verrà inserito un pannello di lana di Roccia conforme alla norma UNI EN 13162, lambda 0,035 W/mK dello spessore di 60 mm e densità 70 kg/m<sup>3</sup> in euroclasse A1 di reazione al fuoco.

La fornitura in opera sarà comprensiva della stuccatura dei giunti e della rasatura su tutta la superficie del rivestimento esterno in lastre

Aquapanel® Outdoor, eseguita con stucco Aquapanel® Exterior Basecoat per uno spessore pari ad almeno 8 mm. La rasatura sarà quindi rinforzata con rete in fibra di vetro resistente agli alcali, Aquapanel® Exterior Reinforcing Mesh, per ottenere una superficie pronta per la finitura con intonachino/pittura o rivestimento.

PARETE DIVISORIA TIPO Tr 3 CON INTERCAPEDINE PER  
ATTRAVERSAMENTI IMPIANTISTICI - Sp. 175+10 mm (A.P. 122)



#### 1.10.2.5 Parete Divisoria interna ATC - Tr\_04

Fornitura e posa in opera di parete divisoria interna, dello spessore di 125 mm, ad orditura metallica singola e doppio rivestimento in lastre di gesso rivestito, con potere fonoisolante  $R_w = 66$  dB (1).

L'orditura metallica verrà realizzata con profili in acciaio zincato aventi un carico di snervamento pari a 300 N/mm<sup>2</sup>, conformi alla norma europea UNI EN 10346, con rivestimento di zinco di 1<sup>a</sup> scelta e qualità Zn 99%, spessore acciaio 0,6 mm delle dimensioni di:

- guide a "U" 40/75/40 mm, isolate dalle strutture perimetrali con nastro monoadesivo;
- montanti a "C" 50/75/50 mm posti ad interasse non superiore a 600 mm.

I profili saranno marcati CE conformemente alla norma armonizzata EN 14195 riguardante “Profili per Sistemi in Lastre in Gesso Rivestito”, in classe A1 di reazione al fuoco, prodotti secondo il sistema qualità UNI EN 9001.

Il rivestimento su entrambi i lati dell'orditura sarà realizzato con doppio strato di lastre.

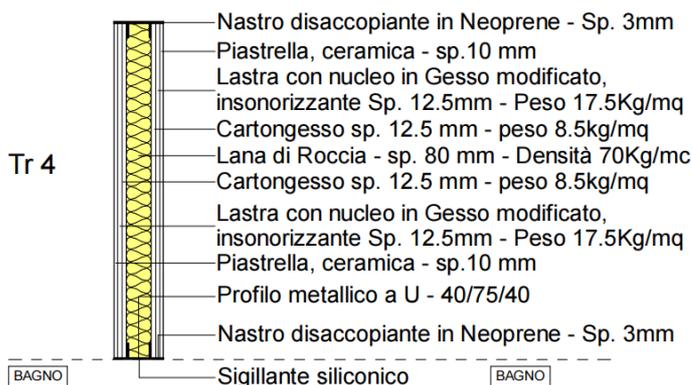
Il primo strato, a contatto con l'orditura, sarà eseguito con lastre in gesso rivestito tipo Knauf Silentboard con elevato potere fonoisolante, prodotte secondo la normativa UNI EN 520 e conformi alla norma DIN 18180, aventi le seguenti caratteristiche: - spessore 12,5 mm; - peso 17,5 kg/m<sup>2</sup>; - classe di reazione al fuoco A2-s1,d0;

avvitate all'orditura metallica con specifiche viti tipo Knauf poste ad interasse 750 mm.

Il secondo strato, a vista, sarà realizzato con lastre Knauf GKB, aventi le seguenti caratteristiche: - spessore 12,5 mm; - peso 9,8 kg/m<sup>2</sup>; - classe di reazione al fuoco A2-s1,d0;

Nell'intercapedine verrà inserito un pannello di lana tipo Knauf MW 35 (Mineral Wool 035), conforme alla norma UNI EN 13162, lambda 0,035 W/mK, dello spessore di 80 mm, in euroclasse A1 di reazione al fuoco, prodotta, grazie all'esclusiva tecnologia tipo Knauf ECOSE, con resina priva di formaldeide, di origine vegetale, completamente riciclabile. La fornitura in opera sarà comprensiva della finitura superficiale secondo livello di qualità 1 - Q1: indicato per superfici che non devono soddisfare richieste di finiture decorative. In questo caso sono previsti il riempimento del giunto tra le lastre, compreso l'eventuale nastro di rinforzo, la copertura della parte visibile degli elementi di fissaggio (viti) e la rimozione dello stucco in eccesso. Eventuali imperfezioni della superficie, quali segni lasciati dalle spatole, solchi o creste, sono ammesse;

PARETE DIVISORIA TIPO Tr 4 RIVESTITA - Sp. 125+20 mm (A.P. 118)



#### 1.10.2.6 Parete Divisoria interna PCC - Tr\_04

Parete divisoria interna, dello spessore di 150 mm, ad orditura metallica singola e doppio rivestimento in lastre di gesso rivestito, con potere fonoisolante  $R_w = 67$  dB.

L'orditura metallica verrà realizzata con profili Knauf in acciaio zincato aventi un carico di snervamento pari a 300 N/mm<sup>2</sup>, conformi alla norma europea UNI EN 10346, con rivestimento di zinco di 1<sup>a</sup> scelta e qualità Zn 99%, spessore acciaio 0,6 mm delle dimensioni di:

guide a "U" 40/50/40 mm, isolate dalle strutture perimetrali con nastro monoadesivo Knauf;

montanti a "C" 50/50/50 mm posti ad interasse non superiore a 600 mm.

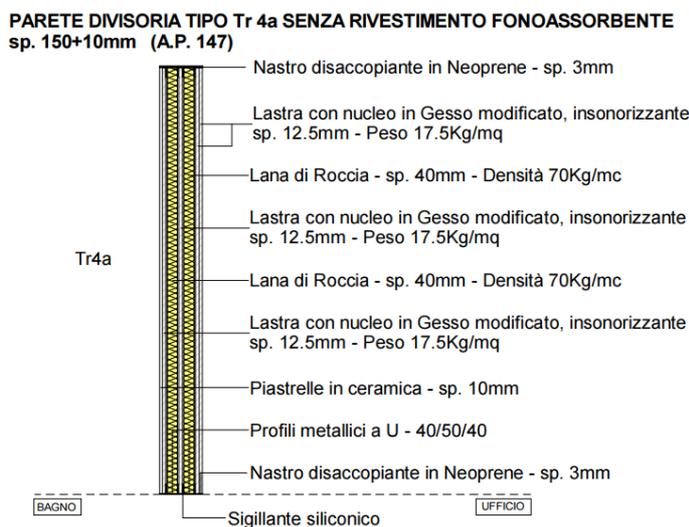
I profili saranno marcati CE conformemente alla norma armonizzata EN 14195 riguardante “Profili per Sistemi in Lastre in Gesso Rivestito”, in classe A1 di reazione al fuoco, prodotti secondo il sistema qualità UNI EN 9001.

Il rivestimento su un lato dell'orditura sarà realizzato con doppio strato di lastre in gesso rivestito tipo Knauf Silentboard con elevato potere fonoisolante + 1 lastra Silentboard tra le strutture +1 lastra

Silentboard esterna, prodotte secondo la normativa UNI EN 520 e conformi alla norma DIN 18180, aventi le seguenti caratteristiche: spessore 12,5 mm; peso 17,5 kg/m<sup>2</sup>; classe di reazione al fuoco A2-s1,d0;

Nell'intercapedine verrà inserito un doppio pannello di lana tipo Knauf MW 35 (Mineral Wool 035), conforme alla norma UNI EN 13162, lambda 0,035 W/mK, dello spessore di 40 mm, in euroclasse A1 di reazione al fuoco.

La finitura superficiale secondo -livello di qualità 1 - Q1: indicato per superfici che non devono soddisfare richieste di finiture decorative. In questo caso sono previsti il riempimento del giunto tra le lastre, compreso l'eventuale nastro di rinforzo, la copertura della parte visibile degli elementi di fissaggio (viti) e la rimozione dello stucco in eccesso. Eventuali imperfezioni della superficie, quali segni lasciati dalle spatole, solchi o creste, sono ammesse;



#### 1.10.2.7 Parete Divisoria interna ATC - Tr\_05

Fornitura e posa in opera di parete di tamponamento, ad orditura metallica e rivestimento in lastre di cemento rinforzato tipo KnaufAquapanel® Outdoor, dello spessore totale di 185 mm. L'orditura metallica, realizzata in doppia serie parallela, sarà realizzata con profili tipo Knauf in acciaio DX51D+ AZ150-A-C rivestito con lega di zinco, magnesio e alluminio tipo Knauf MgZ, a norma UNI-EN 10215, resistenti alla corrosione, delle dimensioni di : • guide U40x75x40 mm, spessore 0,6 mm, • montanti C50x75x50, spessore 0.6 mm, posti ad interasse di 400 mm ed isolata dalle strutture perimetrali con nastro vinilico monoadesivo con funzione di taglio acustico, dello spessore di 4 mm. L'orditura metallica interna verrà realizzata con profili tipo Knauf in acciaio zincato con classificazione di 1^ scelta, a norma UNI EN 10327, con resistenza in nebbia salina 72h, delle dimensioni di: • guide U40x75x40 mm, spessore 0.6 mm, • montanti C50x75x50 mm, spessore 0.6 mm, posti ad interasse di 400 mm ed isolata dalle strutture perimetrali con nastro monoadesivo con funzione di taglio acustico, dello spessore di 4 mm.

I profili saranno conformi alla norma armonizzata EN 14195 riguardante “Profili per Sistemi in Lastre in Gesso Rivestito” con attestato di conformità CE, in classe A1 di reazione al fuoco, prodotti secondo il sistema di qualità UNI EN ISO 9001.

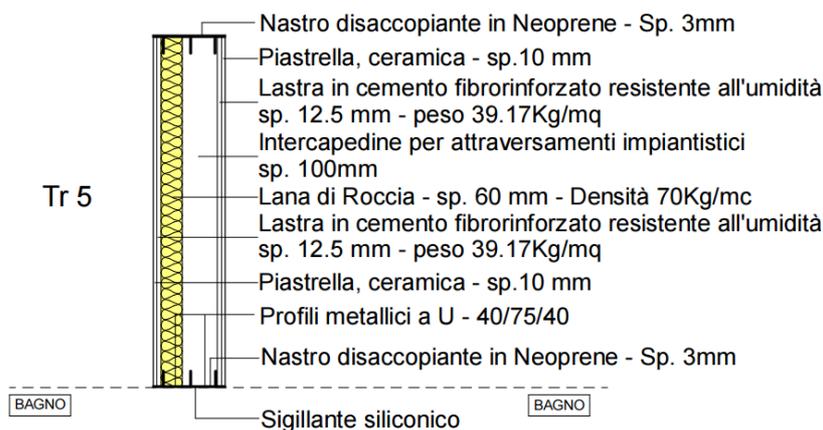
Il rivestimento su entrambi i lati dell'orditura sarà realizzato con uno strato singolo di lastre in cemento rinforzato tipo Knauf Aquapanel® Outdoor, ad elevate prestazioni di resistenza alle sollecitazioni meccaniche e resistenza all'acqua, rinforzate con due reti in fibra di vetro sulle due facce, costituite da inerti minerali (perlite) e leganti cementizi (cemento Portland), collaudate dal punto di vista biologico-abitativo come da certificato rilasciato dall'Istituto di Bioarchitettura di Rosenheim, marcate CE a norma ETA 07/0173, aventi le seguenti caratteristiche: -Densità apparente a secco 1050 kg/m<sup>3</sup>; - Resistenza alla flessione 9.6 MPa; -Resistenza alla trazione perpendicolare al piano della lastra 0.65 N/mm<sup>2</sup>; -Resistenza al taglio 607 N; -Valore pH 12; -Module E circa 4000-7000 N/mm<sup>2</sup>; -Conduktività termica 0.35 W/mK; -Dilatazione termica 7 10-5 K; -Resistenza alla diffusione del vapor acqueo 66; -Variazione della lunghezza con 65%-85% di umidità 0.23 mm/m; -Variazione dello spessore con 65%-85% di umidità 0.2 mm/m; -Classe di reazione al fuoco A1.

Le lastre tipo Aquapanel® o similari saranno orientate orizzontalmente ed avvitate a giunti sfalsati all'orditura metallica con viti speciali Maxi Screw - altamente resistenti alla corrosione - categoria C4 secondo norma EN ISO 12944, poste ad interasse non superiore a 200 mm.

Nell'intercapedine formata dall'orditura metallica verrà inserito un pannello di lana di Roccia conforme alla norma UNI EN 13162,  $\lambda$  0,035 W/mK dello spessore di 60 mm e densità 70 kg/m<sup>3</sup> in euroclasse A1 di reazione al fuoco.

La fornitura in opera sarà comprensiva della stuccatura dei giunti e della rasatura su tutta la superficie del rivestimento esterno in lastre tipo Aquapanel® Outdoor o similari, eseguita con stucco tipo Aquapanel® Exterior Basecoat o similare per uno spessore pari ad almeno 8 mm. La rasatura sarà quindi rinforzata con rete in fibra di vetro resistente agli alcali, Aquapanel® Exterior Reinforcing Mesh, per ottenere una superficie pronta per la finitura con intonachino/pittura o rivestimento.

PARETE DIVISORIA TIPO Tr 5 CON INTERCAPEDINE PER ATTRAVERSAMENTI IMPIANTISTICI RIVESTITA - Sp. 185+20 mm (A.P. 122)



Le modalità per la messa in opera saranno conformi alle prescrizioni del produttore.

### 1.10.2.8 Riferimenti prestazionali delle partizioni interne ed esterne a secco

Di seguito vengono riportati i riferimenti normativi, ai fini dell'identificazione delle caratteristiche prestazionali delle soluzioni proposte.

Antincendio: sistema di protezione passiva al fuoco

Le soluzioni del Sistema Protezione Passiva Knauf si basano sul metodo sperimentale (utilizzo delle tabelle allegate nel D.M. 16/02/2007 e dei Certificati di prova Knauf).

Il professionista dovrà prendere visione del certificato di prova per l'accertamento dell'applicabilità della soluzione alla situazione in oggetto.

In base al DM 09.03.2007 le nuove modalità di classificazione di resistenza al fuoco che devono possedere le costruzioni e le attività soggette al controllo del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, non includono quelle attività per le quali le prestazioni di resistenza al fuoco sono espressamente stabilite da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi.

TIPOLOGIA	(R.)E.I.	CL.	DESCRIZIONE	CERTIFICATO N°/ DATA/ISTITUTO:	NOTE
	EI 120	AZ-s1,d0	<b>PARETE W112</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>orditura metallica C 75x50 mm.</li> <li>rivestimento 2+2 Ignilastra® GKF 12,5 mm</li> <li>Hmax= 4,00 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>277459/3262FR</li> <li>Istituto Giordano</li> <li>28/12/2010</li> </ul>	CERTIFICATO EUROPEO (*)
			<b>Fascicolo Tecnico per estensione in altezza fino a 12,80 m</b> Guida superiore con ala maggiorata da 100 o 150 mm, sp. 1,0 mm Montanti da dimensionare in base all'altezza e secondo le NTC 2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fascicolo Tecnico 12/W11/04</li> <li>disponibile SINTESI</li> </ul>	<b>FASCICOLO TECNICO</b> <b>NUOVO !</b>

Per la protezione al fuoco delle pareti, contropareti, soffitti si fa riferimento al DM del 16.02.2007 pubblicato sulla GU del 29/03/2007 “Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione” che sostituisce la Circolare 91 del 1961 del Ministero degli Interni.

### Statica:

Legge 02 Febbraio 1974 n°64 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 – Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche. Circolare Min. LL.PP. 10 Aprile 1997 n° 65 – Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche” di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996.

Ordinanza del 20 Marzo 2003 n° 3274 – “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”

Il D.M. 16/01/1996 – Norme tecniche relative ai “Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” prescrive i seguenti sovraccarichi variabili, tra cui la spinta orizzontale con carico lineare Hk per i diversi ambienti.

D.M. 14/09/2005 - Norma tecnica - Testo unico sulle costruzioni D.M. 14/01/2008 - Norma tecnica - Testo unico sulle costruzioni prescrive i sovraccarichi variabili per ambienti:

Tabella 3.1.II D.M. 14 gennaio 2008 – Valori dei carichi d’esercizio per le diverse categorie di edifici:

Tabella 3.1. II - D.M. 14 Gennaio 2008

Le pareti Knauf possono essere variamente dimensionate per una adeguata resistenza meccanica tenendo conto dei requisiti di:

- altezza della parete;
- sovraccarichi orizzontali;
- resistenza agli urti.

#### Sovraccarichi orizzontali

Le pareti divisorie Knauf possono essere dimensionate conformemente alle norme di sicurezza per quanto riguarda i carichi statici secondo il D.M. 14 gennaio 2008. In base al Decreto, alle pareti possono essere attribuiti sovraccarichi orizzontali lineari a quota 120 cm secondo la classificazione della tabella a fianco.

Consultare il Settore Tecnico Knauf per il corretto dimensionamento e per i relativi calcoli di verifica statica.

#### Resistenza agli urti

Le pareti Knauf sono conformi alle norme di sicurezza delle Direttive Comuni per l'Agrément tecnico dei tramezzi leggeri (Fasc. CSTB 1215 edito dall'ICITE) e non si sfondano né si deteriorano in modo pericoloso per gli occupanti sotto l'azione di:

- urto di un corpo molle con energia d'impatto di 24 kgm.
- urto con un'energia d'impatto di 1 kgm.

Sono disponibili anche soluzioni tecniche conformi alle severe norme di resistenza agli urti per l'Edilizia Scolastica (D.M. 18/12/1975 e L. n. 23 del 11/3/1996).

Per questi casi, consultare il Settore Tecnico Knauf.

Cat.	Ambienti	$q_s$ (kN/m <sup>2</sup> )	$Q_s$ (kN)	$H_s$ (kN/m)
A	<b>Ambienti ad uso residenziale.</b> Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	<b>Uffici.</b> Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b>			
	Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole	3,00	2,00	1,00
	Cat. C2 Baroni, teatri a sces continui, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi	4,00	4,00	2,00
C	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento della persona, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	5,00	5,00	3,00
D	<b>Ambienti ad uso commerciale</b> Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
E	<b>Biblioteche, archivi, magazzini ambienti ad uso industriale.</b> Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manufatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	≥ 6,00 -	6,00 -	1,00* -
F-G	<b>Rimesse e parcheggi</b> Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN; da valutarsi caso per caso	2,50 -	2 x 10,00 -	1,00** -
H	<b>Coperture e sottotetti</b> Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, elporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50 - -	1,20 - -	1,00 secondo categoria di appartenenza -

\* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati

\*\* per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso

Per la categoria "C1", le pareti devono resistere ad una spinta orizzontale con carico lineare  $H_k = 1,0$  kN/m.

La stratigrafie pareti (tipo Knauf) di cui alle precedenti voci di capitolato, sono opportunamente dimensionate in funzione dell' altezza, ed è soggetta ai seguenti carichi:

- Peso proprio
- Azione della folla, spinta orizzontale concentrata ad altezza di m 1,20 dal piede
- Azione del vento (solo per tamponatura esterna)
- Azione orizzontale sismica, proporzionale al peso della parete in funzione della zona sismica.

La verifica risulta soddisfatta per:

- Verifica di resistenza
- Verifica di deformazione

- Verifica di rottura delle lastre Knauf

Per il caso specifico la verifica è stata eseguita sulle pareti di seguito illustrate, ed è stato svolto un dimensionamento statico delle orditure in acciaio del Sistema a Secco, per altezze pari a m 3,50.

#### Riferimenti di biocompatibilità

In relazione alle caratteristiche di biocompatibilità dei sistemi a secco Knauf, si sottolinea che le lastre Knauf sono state sottoposte a collaudo da parte dell'Istituto di Bioarchitettura di Rosenheim.

Il sigillo di collaudo “consigliato dal punto di vista biologico-abitativo” delle lastre Knauf, è stato creato per dare la possibilità al fruitore, cosciente dei problemi legati alla salute e all'ecologia, di proteggersi nel suo ambiente abitativo dai danni alla salute provocati da materiali edili ed oggetti di arredamento.

Le prove effettuate sul materiale prendono in esame l'emissione di sostanze nocive e di metalli pesanti, radioattività, l'emissione di polveri fini, la capacità di diffusione ed assorbimento, il comportamento al calore e l'inquinamento.

Contribuisce all'ottenimento dei crediti utili ai fini della certificazione LEED.

NB : I riferimenti a prodotti e marchi registrati sono da considerarsi indicativi e la DL avrà ampia facoltà di accettare, eventualmente mediante pre-qualifica, i prodotti analoghi che ritenesse idonei.

#### 1.10.3 *Partizione interna verticale vetrata (tipo IWALL SPACE Fantoni Group)*

##### **Parete ad incasso doppio vetro.**

La parete doppio vetro è composta da elementi in vetro a tutta altezza con una struttura in alluminio estruso anodizzato che consente l'utilizzo di due vetri a filo esterno sullo stesso binario.

I profili di questa struttura vengono annegati nel pavimento o nel controsoffitto. Il setto acustico garantisce prestazioni di abbattimento acustico fino a 41 dB. I pannelli utilizzati sono elementi in truciolare nobilitato a tutta altezza sagomati in modo da essere inseriti nella struttura in alluminio affinché mantengano la planarità col vetro a filo esterno. I vetri sono collegati tramite biadesivo siliconico strutturale trasparente oppure giunti verticali in policarbonato trasparente che garantiscono la planarità nell'accostamento. La stabilità e tenuta acustica sono garantite da una serie di guarnizioni estruse in PVC morbido, collocate lungo i profili perimetrali, fermavetro.

I vetri utilizzati sono stratificati 5+5 mm con interposta pellicola di PVB da 0,38 mm oppure vetri stratificati da 5+5 mm con interposta una pellicola di PVB antirumore da 1,52 mm.

Tutti i vetri utilizzati sono normalmente trasparenti.

#### 1.10.4 *Partizione interna orizzontale*

##### Solai

Per i solai interni valgono le stesse norme e prescrizioni descritte per le strutture portanti orizzontali.

#### 1.10.5 *Partizione interna inclinata – Scale interne*

##### Scale

Secondo quanto previsto dal D.M. 14 giugno 1989, n. 236, “Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata”, le scale devono presentare un andamento regolare ed omogeneo per tutto il loro sviluppo. Ove questo non risulti possibile è necessario mediare ogni variazione del loro andamento per mezzo di ripiani di adeguate dimensioni. Per ogni rampa di scale i gradini devono avere la stessa alzata e pedata. Le rampe devono contenere possibilmente lo stesso numero di gradini, caratterizzati da un corretto rapporto tra alzata e pedata.

Le porte con apertura verso la scala devono avere uno spazio antistante di adeguata profondità.

I gradini delle scale devono avere una pedata antisdrucchiolevole a pianta preferibilmente rettangolare e con un profilo preferibilmente continuo a spigoli arrotondati.

Le scale devono essere dotate di parapetto atto a costituire difesa verso il vuoto e di corrimano. I corrimano devono essere di facile prendibilità e realizzati con materiale resistente e non tagliente.

La larghezza delle rampe e dei pianerottoli deve permettere il passaggio contemporaneo di due persone ed il passaggio orizzontale di una barella con una inclinazione massima del 15 per cento lungo l'asse longitudinale. Le scale comuni e quelle degli edifici aperti al pubblico devono avere i seguenti ulteriori requisiti:

- la lunghezza delle rampe deve essere contenuta; in caso contrario si deve interporre un ripiano in grado di arrestare la caduta di un corpo umano;
- il corrimano deve essere installato su entrambi i lati;
- in caso di utenza prevalente di bambini si deve prevedere un secondo corrimano ad altezza proporzionata;
- è preferibile una illuminazione naturale laterale. Si deve dotare la scala di una illuminazione artificiale, anche essa laterale, con comando individuabile al buio e disposto su ogni pianerottolo;
- le rampe di scale devono essere facilmente percepibili, anche per i non vedenti.

Le rampe di scale che costituiscono parte comune o siano di uso pubblico devono avere una larghezza minima di 1,20 m, avere una pendenza limitata e costante per l'intero sviluppo della scala. I gradini devono essere caratterizzati da un corretto rapporto tra alzata e pedata (pedata minimo 30 cm): la somma tra il doppio dell'alzata e la pedata deve essere compresa tra 62-64 cm.

Il profilo del gradino deve presentare preferibilmente un disegno continuo a spigoli arrotondati, con sottogrado inclinato rispetto al grado, e formante con esso un angolo di circa 75°-80°.

In caso di disegno discontinuo, l'aggetto del grado rispetto al sottogrado deve essere compreso fra un minimo di 2 cm e un massimo di 2,5 cm.

Un segnale al pavimento (fascia di materiale diverso o comunque percepibile anche da parte dei non vedenti), situato almeno a 30 cm dal primo e dall'ultimo scalino, deve indicare l'inizio e la fine della rampa.

Il parapetto che costituisce la difesa verso il vuoto deve avere un'altezza minima di 1,00 m ed essere inattraversabile da una sfera di diametro di cm 10. In corrispondenza delle interruzioni del corrimano, questo deve essere prolungato di 30 cm oltre il primo e l'ultimo gradino. Il corrimano deve essere posto ad una altezza compresa tra 0,90-1 m. Nel caso in cui è opportuno prevedere un secondo corrimano, questo deve essere posto ad una altezza di 0,75 m. Il corrimano su parapetto o parete piena deve essere distante da essi almeno 4 cm.

Le rampe di scale che non costituiscono parte comune e non sono di uso pubblico devono avere una larghezza minima di 0,80 m. In tal caso devono comunque essere rispettati il già citato rapporto tra alzata e pedata (in questo caso minimo 25 cm), e l'altezza minima del parapetto.

#### *Scale in cemento armato*

La loro realizzazione richiede l'impiego delle casseforme entro le quali viene colato il calcestruzzo. Le scale in cemento armato possono distinguersi in:

- Scale a sbalzo: in esse la rampa risulta costituita dall'insieme dei gradini uscenti a sbalzo dalla struttura portante (muratura della gabbia, colonna centrale, ovvero da una trave a ginocchio in c.a. che poi viene mascherata dai muri di tamponamento). L'ossatura dei gradini che costituiscono la rampa vanno realizzati contemporaneamente alla struttura portante, generalmente in c.a., costituendo quindi un unico corpo monolitico.

Se la muratura portante può essere composta anche con mattoni o blocchi in laterizio, l'esecuzione della muratura viene interrotta temporaneamente, a livello del piano d'intradosso della rampa, per consentire l'appoggio dei gradini e dei pianerottoli. All'incastro della scala si perverrà dopo il getto del calcestruzzo, entro l'apposita cassaforma, a muratura ultimata.

In entrambi i casi, al fine di costituire un collegamento fra tutte le mensole, si provvederà a dotare la rampa di un proprio spessore statico non inferiore a 6 cm, chiamato anima della rampa, nel quale vengono disposti i ferri ripartitori.

- Scale a soletta continua: la rampa è formata da una soletta continua in c.a. (a ginocchio o curvilinea), sulla quale sono appoggiati i gradini; questi ultimi si possono realizzare contemporaneamente alla soletta oppure in un secondo tempo con laterizi forati o conglomerato cementizio leggero. Lo spessore della soletta sarà fornito dai relativi calcoli statici; comunque è consigliabile che esso non sia inferiore a cm 10.

#### *Scale prefabbricate*

Sia la prefabbricazione totale che quella parziale devono sottostare alle seguenti condizioni essenziali:

- la scala deve essere formata dal minor numero di componenti possibile;
- i vari componenti devono poter essere montati, nei limiti del possibile, senza necessità di casseri o di ulteriore manodopera per finitura in cantiere;
- deve poter essere posta in opera in tempo utile per assicurare la circolazione verticale del personale addetto al cantiere e dei materiali;
- deve essere resistente all'usura di cantiere in modo da poter essere consegnata in condizioni perfette.

Una scala prefabbricata esclusivamente ad uso privato può essere progettata con un'alzata di cm 20 ed una pedata di 25 cm e consente di salire a 3 metri con 15 passi. Considerando la formula ergonomica  $2a + p = 63-65$ , una scala prefabbricata può arrivare al parametro 65 con un ingombro minore rispetto ad una rampa rettilinea: quest'ultima infatti occuperà circa 4,60 m<sup>2</sup> di superficie contro i 3,1 m<sup>2</sup> della scala prefabbricata.

### *Scale prefabbricate in metallo*

Le scale prefabbricate in metallo sono integralmente prefabbricate in officina e vengono montate in cantiere con elementi gradino o a rampe intere. Il rivestimento definitivo dei gradini viene montato solo all'ultimo momento poiché, per il cantiere, viene utilizzato il piano in lamiera dei gradini. Nei tipi più avanzati si arriva all'eliminazione totale delle saldature in sito, il che permette di avere già predisposta fin dall'officina la verniciatura o la finitura definitiva delle parti metalliche, mentre la protezione in cantiere può venir affidata a pellicole asportabili al momento della consegna. Con questi materiali si possono costruire scale di sicurezza antincendio di ogni tipologia e misura, garantendo quindi la ricercata flessibilità progettuale.

### *Scale prefabbricate in calcestruzzo*

Le scale prefabbricate in calcestruzzo possono venir prefabbricate in officina o in cantiere ed a loro volta possono essere distinte in due tipi fondamentali:

- ad elementi di prefabbricazione pesante, che comporta al massimo quattro pezzi da montare per ogni piano e cioè due rampe, un pianerottolo intermedio ed il pianerottolo d'arrivo. Con questo sistema sorgono solo problemi di montaggio date le dimensioni ed il peso dei singoli elementi, ed inoltre vi è una certa rigidità dimensionale, rigidità che aumenta con il diminuire del numero dei componenti;
- a gradini e guide di sostegno indipendenti, che offre alcuni vantaggi: montare in cantiere solo le guide a cremagliera con dei gradini provvisori in legno, rimandando la posa dei gradini definitivi (completamente rifiniti) solo al momento della consegna. Un altro vantaggio consiste nella possibilità di avere dei sostegni in calcestruzzo a faccia vista perfetti solo se le casseforme sono curate, mentre i gradini possono essere realizzati in materiali differenti come marmo, metallo, legno, materie plastiche, calcestruzzo, ecc. e possono essere presi singolarmente o variamente combinati tra loro. Anche il montaggio è semplificato per quanto riguarda le dimensioni ed il peso dei componenti, mentre le misure possono, entro certi limiti ed a seconda del sistema adottato, avere una buona elasticità.

Si può anche attuare solo una prefabbricazione parziale, sia in officina che in cantiere, usando solo i gradini prefabbricati costituiti da svariati materiali e messi in opera durante la costruzione sia se il gradino è un pezzo monolitico completo di finitura, sia se il gradino è composto da un supporto e da un rivestimento. Questo sistema è più oneroso per la maggior incidenza di manodopera e di opere secondarie che comporta, ma è più elastico dimensionalmente, ed inoltre può essere conveniente dal punto di vista economico nel caso di costruzioni di mole modesta.

### *Scale in ferro*

Queste scale dovranno sottostare alla normativa antincendio. La struttura portante delle rampe e dei pianerottoli è costituita da travi (longarine) a C o a doppio T, collegate tra loro con saldature e bulloni.

La costruzione richiede l'uso combinato di travi rettilinee e travi sagomate a Z (travi a ginocchio), che si sviluppano attorno a pilastri in profilato di ferro del tipo ad ala larga (HE) posti agli angoli del pozzo e ancorati alla base in basamenti di calcestruzzo armato. La struttura così composta verrà vincolata ai pilastri per mezzo di bulloni, su piastre preventivamente saldate alle estremità delle ali dei pilastri e delle longarine, in corrispondenza dei punti di unione.

Per piegare le travi a ginocchio occorre prima asportare un triangolo di materiale avente base  $b = 2h \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$  (dove  $\operatorname{tg}$  è il rapporto alzata/pedata del gradino ed  $h$  è l'altezza del profilato meno lo spessore dell'ala), poi accostare i margini risultanti dal taglio, e infine saldarli.

I ripiani dei gradini e dei pianerottoli sono generalmente realizzati con grigliati o lamiere stampate, fissati entro telai in ferro angolare, a loro volta bullonati alle travi perimetrali.

### *Rampe interne*

Il D.M. 14 giugno 1989, n. 236, “Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata”, prescrive che la pendenza di una rampa va definita in rapporto alla capacità di una persona su sedia a ruote di superarla e di percorrerla senza affaticamento anche in relazione alla lunghezza della stessa. Si devono interporre ripiani orizzontali di riposo per rampe particolarmente lunghe. Valgono in generale per le rampe accorgimenti analoghi a quelli definiti per le scale.

Non viene considerato accessibile il superamento di un dislivello superiore a 3,20 m ottenuto esclusivamente mediante rampe inclinate poste in successione.

La larghezza minima di una rampa deve essere:

- di 0,90 m per consentire il transito di una persona su sedia a ruote;
- di 1,50 m per consentire l'incrocio di due persone. Ogni 10 m di lunghezza ed in presenza di interruzioni mediante porte, la rampa deve prevedere un ripiano orizzontale di dimensioni minime pari a 1,50 x 1,50 m, ovvero 1,40 x 1,70 m in senso trasversale e 1,70 m in senso longitudinale al verso di marcia, oltre l'ingombro di apertura di eventuali porte.
- Qualora al lato della rampa sia presente un parapetto non pieno, la rampa deve avere un cordolo di almeno 10 cm di altezza.

La pendenza delle rampe non deve superare l'8 %. Sono ammesse pendenze superiori, nei casi di adeguamento, rapportate allo sviluppo lineare effettivo della rampa.

#### *Passerelle*

In base al D.M. 14 giugno 1989, n. 236, “Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata”, i corridoi ed i passaggi devono presentare andamento quanto più possibile continuo e con variazioni di direzione ben evidenziate.

I corridoi non devono presentare variazioni di livello; in caso contrario queste devono essere superate mediante rampe. La larghezza del corridoio e del passaggio deve essere tale da garantire il facile accesso alle unità ambientali da esso servite e in punti non eccessivamente distanti tra loro essere tale da consentire l'inversione di direzione ad una persona su sedia a ruote.

Il corridoio comune posto in corrispondenza di un percorso verticale (quale scala, rampa, ascensore, servoscala, piattaforma elevatrice) deve prevedere una piattaforma di distribuzione come vano di ingresso o piano di arrivo dei collegamenti verticali, dalla quale sia possibile accedere ai vari ambienti, esclusi i locali tecnici, solo tramite percorsi orizzontali.

I corridoi o i percorsi devono avere una larghezza minima di 100 cm, ed avere allargamenti atti a consentire l'inversione di marcia da parte di persona su sedia a ruote. Questi allargamenti devono di preferenza essere posti nelle parti terminali dei corridoi e previsti comunque ogni 10 m di sviluppo lineare degli stessi.

#### *Rampe esterne*

Per le rampe esterne valgono le prescrizioni indicate per le rampe interne.

## 1.11 Rivestimenti fonoassorbenti per pareti verticali

### 1.11.1 *Sistema fonoassorbente costituito da lamelle in MDF, nobilitate, laccate o impiallacciate.*

Sistema di rivestimento “finito”, a parete, ad elevate prestazioni acustiche per effetto di fonoassorbenza con risonatori di Helmholtz, porosità e membrana vibrante. Il sistema è realizzato per accostamento di pannelli a base di fibra di legno, con incastro “a secco” (senza ausilio di collanti o resine), qualità estetica a fresature parallele, senza soluzione di continuità. I pannelli a forma di lamelle con dimensione caratteristica di 4086x128x16 mm (tipo 4akustik by Fantoni group) oppure quadrotte da 600x600/1200 mm (tipo 4akustik by Fantoni group) sono ottenuti esclusivamente da lavorazione meccanica per asportazione di truciolo di MDF nobilitato melamminico o altre finiture a richiesta, basso contenuto di formaldeide E 1 o a bassissimo contenuto di formaldeide con classificazione F\*\*\*\*. Le lavorazioni conferiscono caratteristiche geometriche con fresature parallele sulla superficie a vista, direttamente collegate a cavità cilindriche realizzate sulla faccia posteriore del pannello. L'unione del canale di fresatura con ogni singola cavità posteriore, costituisce un risonatore di Helmholtz. Le fresature a vista sono realizzate secondo una gamma dimensionale di larghezze e passi variabile: 9/2 (9 mm di superficie nobilitata piana e 2 mm di fresatura), percentuale effettiva di perforazione 6%; 14/2 percentuale effettiva di perforazione 7%; 13/3 percentuale effettiva di perforazione 12%; 28/4 percentuale effettiva di perforazione 7,5%. A diverse tipologie di fresatura e foratura posteriore corrispondono diverse prestazioni acustiche. Le caratteristiche dello spettro di fonoassorbenza dipendono inoltre dalle modalità d'installazione e dai materiali applicati nell'intercapedine retrostante al rivestimento AP. Sono disponibili i coefficienti di fonoassorbenza per tipologie e installazioni standard. La posa in opera del sistema sfrutta profili metallici rettilinei o curvi per superfici non piane, con tipica sezione “ad omega” (l 24 mm, h 18 mm), sui quali i pannelli vengono ancorati con particolari ed apposite piastrine metalliche stampate (l'intercapedine assume complessivamente 20 mm di profondità). Il sistema di rivestimento in opera, costituito da lamelle, mollette d'aggancio e profili omega, assume uno spessore complessivo di 36 mm, con una massa per superficie di circa 12 kg/m<sup>2</sup>. Il sistema di rivestimento è disponibile con classe di reazione al fuoco “B-s 1,d0” secondo Eurocodice vigente e marcatura CE per i materiali da costruzione.

NB : I riferimenti a prodotti e marchi registrati sono da considerarsi indicativi e la DL avrà ampia facoltà di accettare, eventualmente mediante pre-qualifica, i prodotti analoghi che ritenesse idonei.

### *Prescrizioni tecniche per esecuzione di opere complementari*

#### 1.11.2 *Opere da cementista e stuccatore*

##### *Cementi decorativi*

I cementi decorativi, gettati in opera ad imitazione di pietra naturale di qualsiasi tipo e colore, comportano la formazione di uno strato superficiale con impasto di sabbia normale, polvere di marmo, graniglia e scaglia con cemento, variamente lavorato (raspato, martellinato, spuntato).

L'opera del cementista comporta la rasatura a gesso del cassero predisposto dall'Imprenditore edile, la formazione della sagoma di ornato, il necessario getto dell'impasto di cemento e graniglia (con polvere di marmo, scaglia, coloranti, ingredienti) della stessa pietra naturale da imitare con uno spessore non inferiore a 10 mm, ed esteso a tutta la parte destinata a rimanere in vista.

Eseguito a cura dell'Imprenditore edile il getto di calcestruzzo a riempimento dell'eventuale spazio residuo fra il cemento decorativo e la struttura muraria portante ed il disfacimento del cassero, il cementista provvede alla pulizia del cemento decorativo, alla ripassatura, profilatura degli spigoli, rettifica di imperfezioni, sigillature e finitura della superficie vista come prescritta.

I cementi decorativi gettati in opera comportano la fornitura dei materiali occorrenti, gesso, sabbia normale, polvere di marmo, graniglia, scaglie, cemento e le prestazioni di mano d'opera da specialista: sono escluse le prestazioni di competenza dell'Imprenditore edile (cassero, calcestruzzo, ferro di armatura, disarmo del cassero), i ponteggi, le impalcature e le opere provvisionali.

I cementi decorativi si computano a metro quadrato.

#### *Microcemento*

Rivestimento cementizio a base di cemento e resina a base di minerali scelti colorati in massa avente caratteristiche di anticarbonatazione ed a base di speciali leganti idraulici ed additivi specifici atti a migliorarne la qualità, con uno spessore totale compreso fra 2 e 3 mm idoneo per l'applicazione su predisposti massetti, privo di giunzioni strutturali, idoneo ad alti volumi di traffico, realizzato mediante spatolatura manuale al fine di un effetto naturale, dotato di attestato di idoneità eco-sostenibile.

Il materiale verrà applicato, previa applicazione di mano di fondo con interposta rete in fibra di vetro alcali free, in due o più mani date a spatola e successivamente protetto con finitura satinata opaca.

#### *Intonachi speciali*

Gli intonachi speciali, eseguiti dallo specialista (intonaco di cemento decorativo, intonaco colorato pietrificato, intonaco con graniglia lavata a getto) comportano l'applicazione alle strutture murarie di uno strato di cemento e graniglia con aggiunta di coloranti ed ingredienti particolari e finiture delle superfici viste, diverso a seconda del tipo di intonaco.

La finitura della superficie vista dell'intonaco in cemento decorativo può essere rasata, martellinata o spuntata.

Per l'intonaco colorato pietrificante, esso comporta l'applicazione di uno strato di impasto a base di cementante neutro, idrofugo in polvere, colori minerali fini, granulati quarzosi e di diverse dimensioni e dosati in modo da assicurare la massima compattezza dell'impasto, la lamatura della superficie finita; tale intonaco può essere applicato mediante spruzzatura con idonea apparecchiatura; la spruzzatura non comporta ulteriore lavorazione della superficie vista.

Per intonaco con graniglia lavata a getto, esso comporta l'applicazione di uno strato di impasto a base di cemento, sabbia, granulato di pietra naturale di colori vari prestabiliti. Successivamente all'applicazione dell'impasto, si procede con lavatura a getto, all'asportazione dello strato superficiale, rimanendo in vista la superficie granulare.

Gli intonachi si misurano in base alla loro superficie effettiva in proiezione verticale (per le pareti) ed orizzontale (per soffitti e plafoni) senza tener conto di sporgenze, rientranze e riquadri inferiori a 5 cm.

La rasatura a gesso di pareti verticali, orizzontali, inclinate, piane e curve deve essere effettuata con una miscela di gesso da stuccatore e di calce adesiva in polvere nelle proporzioni di 60 parti di gesso e 40 di calce, in spessore non inferiore a 5 mm e non superiore a 10 mm, su preesistente intonaco rustico eseguito in piano con fasce; eventuali difetti dell'intonaco rustico devono essere corretti con malta a cura e spesa dell'esecutore dell'intonaco prima che venga applicata la rasatura a gesso. Questa deve essere eseguita in piano; la superficie di essa, sia in senso verticale che orizzontale non deve presentare ondulazioni, fuori quadro, strapiombi rilevabili ad occhio nudo o con normali sistemi di controllo; gli angoli e spigoli (rientranti e sporgenti) devono risultare assolutamente rettilinei in verticale, orizzontale ed in squadra; le superfici devono essere assolutamente prive di calcinaroli, graffi, tacche, grumi, rugosità ed altri difetti che compromettano la regolarità e la planarità delle pareti e plafoni.

Il rivestimento a soffitto con pannelli di gesso armato comprende, oltre alla fornitura del pannello e relativa mano d'opera dello specialista e suo aiutante, la fornitura dei tiranti in filo di ferro zincato ed

il loro aggancio alla preesistente struttura portante; qualora sia necessaria l'esecuzione di una struttura in legno, cui fissare il rivestimento di gesso, questa viene compensata a parte.

Le rasature a gesso si computano a metro quadrato di superficie effettiva e comprendono la rasatura sulle pareti, la formazione di spigoli ed angoli, le riprese, i ripristini, i ritocchi, con un minimo contabilizzato a 1 m<sup>2</sup> per la rasatura ed il rivestimento in pannelli di gesso misurati in sviluppo di superficie, escluso aggetti, rientranze e sporgenze inferiori a 5 cm e con un minimo di 1 m per le opere misurate a metro lineare.

### 1.11.3 *Infissi - porte*

In base al D.M. 14 giugno 1989, n. 236, “Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata”, le porte di accesso di ogni unità ambientale devono essere facilmente manovrabili, di tipo e luce netta tali da consentire un agevole transito anche da parte di persona su sedia a ruote; il vano della porta e gli spazi antistanti e retrostanti devono essere complanari.

Occorre dimensionare adeguatamente gli spazi antistanti e retrostanti, con riferimento alle manovre da effettuare con la sedia a ruote, anche in rapporto al tipo di apertura.

Sono ammessi dislivelli in corrispondenza del vano della porta di accesso di una unità immobiliare, ovvero negli interventi di ristrutturazione, purché questi siano contenuti e tali comunque da non ostacolare il transito di una persona su sedia a ruote.

Per dimensioni, posizionamento e manovrabilità la porta deve essere tale da consentire una agevole apertura della/e ante da entrambi i lati di utilizzo; sono consigliabili porte scorrevoli o con anta a libro, mentre devono essere evitate le porte girevoli, a ritorno automatico non ritardato e quelle vetrate se non fornite di accorgimenti per la sicurezza. Le porte vetrate devono essere facilmente individuabili mediante l'apposizione di opportuni segnali. Sono da preferire maniglie del tipo a leva opportunamente curvate ed arrotondate.

La luce netta della porta di accesso di ogni edificio e di ogni unità immobiliare deve essere di almeno 80 cm. La luce netta delle altre porte deve essere di almeno 75 cm.

Gli spazi antistanti e retrostanti la porta devono essere dimensionati nel rispetto dei minimi previsti negli schemi grafici di seguito riportati.

L'altezza delle maniglie deve essere compresa tra 85 e 95 cm (consigliata 90 cm). Devono inoltre, essere preferite soluzioni per le quali le singole ante delle porte non abbiano larghezza superiore ai 120 cm, e gli eventuali vetri siano collocati ad una altezza di almeno 40 cm dal piano del pavimento. L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione inferiore a 8 kg.

### 1.11.4 *Opere da fabbro e serramentista*

Nelle opere di ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la Direzione dei Lavori con particolare attenzione nelle saldature e ribaditure. I fori saranno tutti eseguiti con trapano; le chiodature, ribaditure, ecc. dovranno essere perfette, senza sbavature; i tagli essere limati. Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino il più leggero indizio di imperfezione.

Ogni pezzo od opera completa in ferro dovrà essere fornita a piè d'opera con mano di antiruggine.

Per ogni opera in ferro a richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore avrà l'obbligo di presentare il relativo modello alla preventiva approvazione. L'Impresa sarà in ogni caso obbligata a controllare gli

ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro essendo responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo.

In particolare si prescrive:

- Inferriate, cancellate, ecc. - Saranno costruite a perfetta regola d'arte, secondo i tipi che verranno indicati all'atto esecutivo. Esse dovranno presentare tutti i regoli ben dritti, spianati ed in perfetta composizione. I tagli delle connessioni per i ferri incrociati mezzo a mezzo dovranno essere della massima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza la minima ineguaglianza o discontinuità. Le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno nei buchi, formati a fuoco, alcuna fessura. In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere diritto ed in parte dovrà essere munito di occhi, in modo che nessun elemento possa essere sfilato. I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno muniti di forti grappe ed arpioni, ben chiodati ai regoli di telaio in numero, dimensioni e posizioni che verranno indicate.
- Infissi in ferro - Gli infissi per finestre, vetrate, abaini ed altro, potranno essere richiesti con profilati ferro-finestra o con ferri comuni profilati. In tutti e due i casi dovranno essere simili al campione che potrà richiedere o fornire l'Amministrazione. Gli infissi potranno avere parte fissa od apribile, anche a vasistas, come sarà richiesto; le chiusure saranno eseguite a ricupero ad asta rigida, con corsa inversa ed avranno il ferro inferiore e superiore. Il sistema di chiusura potrà essere a leva od a manopola a seconda di come sarà richiesto. Le cerniere dovranno essere a quattro maschiettature in numero di due o tre parti per ciascuna partita dell'altezza non inferiore a 12 cm con ghiande terminali. Gli apparecchi di chiusura e di manovra in genere dovranno risultare bene equilibrati e non richiedere eccessivi sforzi per la chiusura. Le manopole e le cerniere, se richiesto, saranno cromate. Le ante apribili dovranno essere munite di gocciolatoio. Le ferramenta di ritegno dovranno essere proporzionate alla robustezza dell'infisso stesso.

#### 1.11.5 *Opere da vetraio*

Le lastre di vetro saranno di norma chiare, del tipo indicato nell'elenco prezzi; per le latrine si adotteranno vetri rigati o smerigliati, il tutto salvo più precise indicazioni che saranno impartite all'atto della fornitura dalla Direzione dei Lavori.

Sugli infissi in ferro le lastre di vetro potranno essere montate ad orlo inclinato, mediante regoletti di metallo, fissati con viti o ad incastro con appositi sistemi certificati.

Potrà essere richiesta infine la fornitura di vetro isolante e diffusore, formato da due lastre di vetro chiaro dello spessore di 2,2 mm, racchiudenti uno strato uniforme (dello spessore da 3 mm) di feltro di fili e fibre di vetro trasparente, convenientemente disposti rispetto alla direzione dei raggi luminosi, racchiuso e protetto da ogni contatto con l'aria esterna mediante un bordo perimetrale di chiusura, largo da 10 a 15 mm, costituito da uno speciale composto adesivo resistente all'umidità.

Il collocamento in opera delle lastre di vetro, cristallo, ecc. potrà essere richiesto a qualunque altezza ed in qualsiasi posizione, e dovrà essere completato da una perfetta pulitura delle due facce delle lastre stesse, che dovranno risultare perfettamente lucide e trasparenti.

L'Impresa ha l'obbligo di controllare gli ordinativi dei vari tipi di vetri passatili dalla Direzione dei Lavori, rilevandone le esatte misure ed i quantitativi, e di segnalare a quest'ultima le eventuali discordanze, restando a suo completo carico gli inconvenienti di qualsiasi genere che potessero derivare dall'omissione di tale tempestivo controllo.

Essa ha anche l'obbligo della posa in opera di ogni specie di vetri o cristalli, anche se forniti da altre Ditte, a prezzi di tariffa.

Ogni rottura di vetri o cristalli, avvenuta prima della presa in consegna da parte della Direzione dei Lavori, sarà a carico dell'Impresa.

#### 1.11.6 *Opere da lattoniere*

La chiodatura con ribattini di rame, ove occorrente, deve essere doppia con i ribattini alternati ed equidistanti uno dall'altro.

La saldatura con stagno deve essere uniforme e senza interruzioni; i bracci per l'affrancatura dei tubi pluviali devono essere a distanza non superiore ad 1,5 m; le cicogne per sostegno di canali di gronda, a distanza non superiore ad 1 m.

Le sovrapposizioni devono essere non inferiori a 5 cm per i pluviali, a 15 cm per canali e scossaline.

Per i materiali in plastica le connessioni devono essere effettuate con collante in modo da garantire una perfetta tenuta, gli accoppiamenti sia verticali che orizzontali devono essere effettuati in modo da assicurare l'assorbimento delle dilatazioni termiche; in particolare gli elementi per canali di gronda devono comprendere gli angolari normali e speciali, i raccordi, le testate esterne ed interne, con o senza scarico a seconda delle esigenze dell'opera da compiere.

I manufatti in latta, in lamiera di ferro nera o zincata, in ghisa, in zinco, in rame, in piombo, in ottone, in alluminio o in altri materiali dovranno essere delle dimensioni e forme richieste nonché lavorati a regola d'arte, con la maggiore precisione.

Detti lavori saranno dati in opera, salvo contraria precisazione contenuta nella tariffa dei prezzi, completi di ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento, come raccordi di attacco, coperchio, viti di spurgo in ottone o bronzo, pezzi speciali e sostegni di ogni genere (braccetti, grappe, ecc.). Saranno inoltre verniciati con una mano di catrame liquido, ovvero di minio di piombo ed olio di lino cotto, od anche con due mani di vernice comune, a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori.

Le giunzioni dei pezzi saranno fatte mediante chiodature, ribattiture, o saldature, secondo quanto prescritto dalla stessa Direzione ed in conformità ai campioni, che dovranno essere presentati per l'approvazione.

L'Impresa ha l'obbligo di presentare, a richiesta della Direzione dei lavori, i progetti delle varie opere, tubazioni, reti di distribuzione, di raccolta, ecc. completi dei relativi calcoli, disegni e relazioni, di apportarvi le modifiche che saranno richieste e di ottenere l'approvazione da parte della Direzione stessa prima dell'inizio delle opere stesse.

#### *Copertura in zinco in doppia aggraffatura*

Fornitura e posa in opera di laminato in lega di zinco-titanio per edilizia verde lichene, prepatinato grigio chiaro con sfumatura di color verde, ottenuto attraverso processo di fosfatazione eseguito in fabbrica (Fosfato di Zinco quadridratato, peso 35 mg/dm<sup>2</sup>, spessore circa 1 micron) con l'aggiunta di pigmenti minerali e completato con strato protettivo T.O.C. (ThinOrganic Coating) esente da Cromo.

Trattamento Plus laccato anticorrosione sulla faccia inferiore con film poliestere da circa 60 micron. Il laminato in zinco titanio è fornito con marchiatura continua che ne certifica la qualità e le caratteristiche, che superano quelle richieste dalla normativa EN988 (certificati di qualità regolarmente controllati dagli istituti EMPA in Svizzera e ZID in Germania), ed è un materiale ecologico riciclabile al 100%; nastri di larghezza 500mm (430mm circa finito, interasse aggraffature) spessore 0,7mm (7/10).

La tecnica di posa dovrà essere conforme alla tecnica della doppia aggraffatura, ottenibile previa profilatura a macchina delle lamiere di zinco-titanio e sigillatura delle stesse sulla copertura eseguita con macchina aggraffatrice automatica e/o pinze speciali di serraggio.

#### *Lattonerie di raccordo camini rettangolari e lucernai*

Fornitura e posa in opera di lattonerie in laminato lega di zinco-titanio per edilizia verde lichene , sviluppo medio lamiera 500mm spessore 0,7mm (7/10) a raccordo di camini rettangolari o lucernai predisposti per copertura in doppia aggraffatura. Il corretto sviluppo delle lamiere dovrà essere definito e quotato in fase di cantierizzazione.

#### **1.11.7 Opere da pittore**

Qualunque tinteggiatura, coloritura o verniciatura dovrà essere preceduta da una conveniente ed accuratissima preparazione delle superfici, e precisamente da raschiature, scrostature, eventuali riprese di spigoli e tutto quanto occorre per uguagliare le superfici medesime.

Successivamente le dette superfici dovranno essere perfettamente levigate con carta vetrata e, quando trattasi di coloriture o verniciature, nuovamente stuccate, quindi pomciate e lisceate, previa imprimitura, con modalità e sistemi atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

Speciale riguardo dovrà aversi per le superfici da rivestire con vernici.

Le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno, se richiesto, essere anche eseguite con colori diversi su una stessa parete, complete di filettature, zoccoli e quant'altro occorre per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte.

La scelta dei colori è dovuta al criterio insindacabile della Direzione dei Lavori e non sarà ammessa alcuna distinzione tra colori ordinari e colori fini, dovendosi in ogni caso fornire i materiali più fini e delle migliori qualità.

Le successive passate di coloriture ad olio e verniciature dovranno essere di tonalità diverse, in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllare il numero delle passate che sono state applicate.

In caso di contestazione, qualora l'impresa non sia in grado di dare la dimostrazione del numero di passate effettuate, la decisione sarà a sfavore dell'Impresa stessa. Comunque essa ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e prima di procedere all'esecuzione di quella successiva, di farsi rilasciare dal personale della Direzione dei Lavori una dichiarazione scritta.

Prima d'iniziare le opere da pittore, l'Impresa ha inoltre l'obbligo di eseguire nei luoghi e con le modalità che le saranno prescritti, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e di ripeterli eventualmente con le varianti richieste, sino ad ottenere l'approvazione della Direzione dei Lavori. Essa dovrà infine adottare ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere finite (pavimenti, rivestimenti, infissi, ecc.), restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

##### **a) Verniciature su metalli**

Per le opere metalliche la preparazione delle superfici dovrà essere preceduta dalla raschiatura delle parti ossidate.

Le opere dovranno eseguirsi di norma combinando opportunamente le operazioni elementari e le particolari indicazioni che seguono.

La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di variare, a suo insindacabile giudizio, le opere elementari elencate in appresso, sopprimendone alcune od aggiungendone altre che ritenesse più particolarmente adatte al caso specifico e l'impresa dovrà uniformarsi a tali prescrizioni senza potere perciò sollevare eccezioni di sorta. Il prezzo dell'opera stessa subirà in conseguenza semplici variazioni in meno od in più, in relazione alle varianti introdotte ed alle indicazioni, della tariffa prezzi, senza che l'Impresa possa accampare perciò diritto a compensi speciali di sorta.

b) Verniciature ad olio - Le verniciature comuni ad olio su intonaci interni saranno eseguite come appresso:

- spolveratura e ripulitura delle superfici;
- prima stuccatura a gesso e a colla;
- levigatura con carta vetrata;
- spalmatura di colla forte;
- applicazione di una mano preparatoria di vernice ad olio con aggiunta di acquaragia per facilitare l'assorbimento, ed eventualmente di essiccativo;
- stuccatura con stucco ad olio;
- accurato levigatura con carta vetrata e lisciatura;
- seconda mano di vernice ad olio con minori proporzioni di acquaragia;
- terza mano di vernice ad olio con esclusione di diluente.

Per la verniciatura comune delle opere in legno le operazioni elementari si svolgeranno come per la verniciatura degli intonaci, con l'omissione delle stuccatura e della spalmatura con colla; per le opere in ferro, la verniciatura sarà preceduta da applicazione di antiruggine.

c) Verniciature a smalto comune. - Saranno eseguite con appropriate preparazioni, a seconda del grado di rifinitura che la Direzione dei Lavori vorrà conseguire ed a seconda del materiale da ricoprire (intonaci, opere in legno, ferro, ecc.). A superficie debitamente preparata si eseguiranno le seguenti operazioni:

- applicazione di una mano di vernice a smalto con lieve aggiunta di acquaragia;
- leggera pomiciatura a panno;
- applicazione di una seconda mano di vernice a smalto con esclusione di diluente.

d) Verniciature con vernici pietrificanti e lavabili a base di bianco di titanio, su intonaci, tipo con superficie finita liscia o "buccia d'arancio":

- spolveratura, ripulitura e levigatura delle superfici con carta vetrata;
- stuccatura a gesso e colla;
- mano di leggera soluzione fissativa di colla in acqua;
- applicazione di uno strato di standolio con leggera aggiunta di biacca in pasta, il tutto diluito con acquaragia;
- applicazione a pennello di due strati di vernice a base di bianco di titanio diluita con acquaragia e con aggiunta di olio di lino cotto in piccola percentuale; il secondo strato sarà eventualmente battuto;
- con spazzola per ottenere la superficie a buccia d'arancio.

e) Verniciature con vernici pietrificanti e lavabili a base di bianco di titanio, su intonaci, tipo con superficie finita liscia o “buccia d'arancio”, tipo “battuto” con superficie a rilievo:

- spolveratura, ripulitura e levigatura delle superfici con carta vetrata;
- stuccatura a gesso e colla;
- mano di leggera soluzione fissativa di colla in acqua;
- applicazione a pennello di uno strato di vernice come sopra cui sarà aggiunto del bianco di Meudon in polvere nella percentuale occorrente per ottenere il grado di rilievo desiderato;
- battitura a breve intervallo dall'applicazione 4), eseguita con apposita spazzola, rulli di gomma, ecc.

f) Verniciature per esterni, a base di resine acril-silossaniche (tipo SILKOS TORINO di OIKOS).

Queste vernici si differenziano per la loro caratteristica di alta resistenza agli agenti chimici ed atmosferici, con caratteristiche di permeabilità al vapore del supporto, elevata idrorepellenza, che consente di prevenire la formazione di muffe e alghe.

Queste vernici verranno utilizzate per tutte le finiture esterne (dove previsto) su tutti i tipi di superficie murali, intonaci diffusivi e deumidificanti.

Preparazione dei supporti:

I supporti devono essere ben asciutti e stagionati, l'intonaco nuovo deve stagionare per almeno 30 gg per permettere la completa carbonatazione. Spazzolare o sverniciare accuratamente la superficie al fine di rimuovere le parti incoerenti. Applicare l'apposito fissativo (tipo il NEOKRYLL o BLANKOR di OIKOS) per tutti i supporti oppure per intonaci diffusivi e deumidificanti prodotti (tipo DECORSIL PRIMER o DECORSIL PRIMER PIGMENTATO di OIKOS). Attendere 8-10 ore prima di applicare i prodotti di finitura.

Modalità di applicazione:

Stendere con pennello o rullo, due mani, prodotto diluito con un 15 ÷ 20% di acqua potabile. Attendere 6 ore fra le due mani.

Caratteristiche tecniche del prodotto:

Composizione:	Resine acril-silossaniche in dispersione acquosa, cariche coprenti, biossido di titanio, pigmenti organici ed inorganici, preservanti e additivi atti a facilitare l'applicazione e la filmazione.
Peso specifico:	kg/l +/- 3% (bianco)
PH:	8 ÷ 9
Viscosità:	27.000 +/-5% CPS Brookfield (RVT 20 giri/min. a 25°C)
Temperatura di stoccaggio:	+2°C ÷ +36°C. Teme il gelo
Reazione al fuoco:	Negativa se il prodotto è applicato su fondi ininflammabili; materiale all'acqua con spessore inferiore a 0,600 mm secc
Assorbimento d'acqua W24:	BASSA:0,077 kg/m2/(t*1/2) (UNI EN 1062-3:2001)
Permeabilità al vapore acqueo Sd:	ALTA:0,016 m (UNI EN ISO 7783-2:2001)
Limite di emissione di Composti Organici Volatili (VOC), secondo Direttiva 2004/42/CE:	Classe di appartenenza: A/c ; VOC: 8 g/l (massimo); Limite Fase I (dal 1.1.2007): 75 g/l, Limite Fase II (dal 1.1.2010): 40 g/l

Colori:	Bianco e tinte di cartella
Confezioni:	Litri 4 - 14

Dati tossicologici:

Il prodotto deve essere esente da metalli pesanti quali cromo o piombo. Non deve contenere solventi tossici, aromatici, clorurati. Non si devono verificare polimerizzazioni pericolose.

Eventuali spargimenti, andranno raccolti utilizzando materiali assorbenti inerti quali: sabbia, terra, ecc. e vanno smaltiti in conformità alle disposizioni nazionali o regionali vigenti. Il trasporto deve avvenire in osservanza degli accordi internazionali

g) Verniciature con rivestimento termo ceramico isolante, elastico, impermeabile e traspirante ad altissima riflettanza.

*Specifiche tecniche*

Fornitura e posa in opera, previa idonea preparazione del supporto, di un rivestimento termoceramico isolante per esterni, interni di murature e calcestruzzo, per coperture in metallo, tegole e vecchie guaine bituminose e per terrazze anche calpestabili, avente elevate caratteristiche di elasticità, riflettanza nello spettro visibile fino al 93% e di quello solare fino al 86%, impermeabilità all'acqua  $w= 0,035$ , permeabilità al vapore acqueo  $Sd < 2$  m, adesione al supporto  $1,5$  N/mm<sup>2</sup>, ottima resistenza agli agenti atmosferici e all'invecchiamento. Il prodotto verrà applicato su superfici asciutte e compatte con eventuale stesura dell'apposito primer per superfici porose, steso in almeno due mani a mezzo pennello, rullo, airless per uno spessore minimo di 0,25 mm e secondo le indicazioni del produttore.

- spolveratura e ripulitura delle superfici;
- levigatura con carta vetrata;
- applicazione di una mano preparatoria di primer;
- accurata levigatura con carta vetrata e lisciatura;
- applicazione del prodotto termoisolante;
- stuccatura di eventuali imperfezioni;
- applicazione del prodotto termoisolante in una o due mani a finire..

#### 1.11.8 *Opere di impermeabilizzazione*

La pasta di asfalto per stratificazioni impermeabilizzanti di terrazzi, coperture, fondazioni, ecc., risulterà dalla fusione di:

- 60 parti in peso di mastice di asfalto naturale (in pani);
- 4 parti in peso di bitume naturale raffinato;
- 36 parti in peso di sabbia vagliata, lavata e ben secca.

Nella fusione i componenti saranno ben mescolati perché l'asfalto non carbonizzi e l'impasto diventi omogeneo.

La pasta di asfalto sarà distesa a strati e a strisce parallele, dello spessore prescritto con l'ausilio delle opportune guide di ferro, compressa e spianata con la spatola e sopra di essa, mentre è ancora ben calda, si spargerà della sabbia silicea di granulometria fine uniforme la quale verrà battuta per ben incorporarla nello strato asfaltico.

Nelle impermeabilizzazioni eseguite con l'uso di cartafeltro e cartonfeltro questi materiali avranno i requisiti prescritti e saranno posti in opera mediante i necessari collanti con i giunti sfalsati.

Qualsiasi impermeabilizzazione sarà posta su piani predisposti con le opportune pendenze.

Le impermeabilizzazioni, di qualsiasi genere, dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile (specie in vicinanza di fori, passaggi, cappe, ecc.); le eventuali perdite che si manifestassero in esse, anche a distanza di tempo e sino al collaudo, dovranno essere riparate ed eliminate dall'Impresa, a sua cura e spese, compresa ogni opera di ripristino.

#### *Ciclo applicativo del pacchetto di impermeabilizzazione*

Il supporto in cls costituito da soletta realizzata in calcestruzzo gettato in opera, con cappa di regolarizzazione e formazione linee di pendenza dovrà essere consegnato: liscio, pulito, asciutto, con angoli e spigoli vivi e con pendenze regolari.

#### *Preparazione del supporto con primer di impregnazione a freddo (tipo Derbiprimer S)*

Fornitura e posa in opera di vernice di impregnazione bituminosa a freddo costituito da bitume di petrolio in solventi idrocarburi. Questa vernice è concepita specialmente per migliorare l'aderenza delle membrane e dei prodotti di impermeabilizzazione a base di bitume su dei supporti porosi.

#### Caratteristiche tecniche

Massa volumica	0,89 g/cm <sup>3</sup>
Residuo secco	52 ± 2%
Viscosità (ASTM 2556-69)	45 mPa.s a 25°C
Infiammabilità Pensky Martens	22 - 28 °C

Tempo di asciugatura a 20°C □ 3 ore, secondo condizioni climatiche ed assorbimento del supporto

#### *Posa in opera*

Posa in opera su un supporto pulito, asciutto e compatibile in ragione di 0,30 l/m<sup>2</sup> secondo la rugosità del supporto, per mezzo di pistola airless, rullo o spatola da asfaltatore. Il lavoro sarà interrotto in caso di pioggia. Le superfici da trattare sono tutte le superfici orizzontali, inclinate e verticali sulle quali sarà posta la membrana di impermeabilizzazione.

#### *Pacchetto impermeabile*

Strato di prima impermeabilizzazione settorizzazione e vincolo della membrana con adesivo bituminoso di aderenza a freddo ecocompatibile, senza rischi per il trasporto o l'utilizzo (tipo Derbibond NT)

L'adesivo a freddo dovrà essere senza Composti Organici Volatili (COV). È indicato per l'incollaggio degli strati superiori e dei sottostrati impermeabili bituminosi e costituisce uno strato impermeabile supplementare tra il supporto e la membrana impermeabile.

#### Caratteristiche tecniche

Massa volumica	1,15 g/cm <sup>3</sup>
Infiammabilità Pensky Martens	> 200°C

#### Posa in opera

Posa in opera su un supporto pulito, asciutto e compatibile, a ragione di  $\pm 1$  kg/m<sup>2</sup> per mezzo di racla dentellata speciale.

*Elemento di tenuta Fire resistant e UV resistant DERBIGUM SP® con contenuto di riciclato*

Fornitura e posa in opera di membrana impermeabile DERBIGUM SP prodotta con una miscela di bitume e poliolefine atattiche termoplastiche nobili (TPO), e da additivi ignifughi halogen free rispettosi dell'ambiente. DERBIGUM SP è provvisto di due armature divise composte da tessuto non tessuto di poliestere (150 g/m<sup>2</sup>) e da velo di vetro (55 g/m<sup>2</sup>) posizionate sulla parte superiore della sezione della membrana, conferendole la resistenza ai raggi UV. La membrana dispone di agrément tecnico ATG 1502 e 2053 dell'UBAtc (Belgio). La metodologia applicativa dovrà essere contemplata nel certificato Agrément Europeo della membrana.

La durata minima di oltre 25 anni deve essere certificata con rapporto di longevità ICITE. Il sistema di gestione della produzione e del controllo della membrana è certificato ISO 9001, ISO 14001 ed EMAS.

*Caratteristiche ecologiche*

DERBIGUM SP è ottenuta con il 12% di membrane riciclate pre-consumo e post-consumo. L'energia utilizzata per la produzione deriva esclusivamente da fonte rinnovabile. Il prodotto è riciclabile al 100%.

Contribuisce all'ottenimento dei crediti utili ai fini della certificazione LEED.

Il sistema impermeabile deve essere corredato di certificato di garanzia assicurativa postuma (prodotti + posa), rilasciata dal produttore, per la durata di anni 10 + 5. Il rilascio della garanzia è subordinato al collaudo del cantiere da parte del produttore.

## CARATTERISTICHE TECNICHE

Spessore	EN 1849-1	4 mm
Stabilità di forma a caldo	EN 1110	140°C
Flessibilità a freddo	EN 1109	-20°C
Resistenza a trazione	EN 12311-1	L: 700 N/5 cm
		T: 650 N/5 cm
Allungamento a rottura	EN 12311-1	L: 45%
		T: 45%
Stabilità dimensionale	EN 1107-1	$\pm 0,2\%$
Ritiro sui sormonti	Test BDA 022	0 mm
Resistenza alla lacerazione	EN 12310-1	150 N
Resistenza all'urto	EN 12691 (Metodo B)	1750 mm
Resistenza al punzonamento statico	EN 12730 (Metodo A)	20 Kg

Reazione al fuoco	EN 13501-1	Classe E
Resistenza al fuoco esterno	EN 13501-5 secondo ENV 1187-1	B <sub>roof</sub> (t1, t2, t3)

### *Posa in opera*

I rotoli vengono allineati sul supporto sovrapponendoli di 10 cm prima di essere ripiegati. Srotolare la membrana sull'adesivo appena applicato sul supporto. I sormonti devono sempre essere saldati con il bruciatore di sicurezza su tutta la larghezza di 10 cm, e pressati correttamente con rullo pressore di  $\pm$  15 kg. I sormonti trasversali sono di 15 cm. Una piccola quantità di bitume deve fuoriuscire dal sormonto.

NB : I riferimenti a prodotti e marchi registrati sono da considerarsi indicativi e la DL avrà ampia facoltà di accettare, eventualmente mediante pre-qualifica, i prodotti analoghi che ritenesse idonei.

#### **1.11.9 Opere di pavimentazione e rivestimento**

Per quanto attiene ai pavimenti, il D.M. 14 giugno 1989, n. 236, "Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata", prescrive che questi devono essere di norma orizzontali e complanari tra loro e, nelle parti comuni e di uso pubblico, non sdruciolevoli.

Eventuali differenze di livello devono essere contenute ovvero superate tramite rampe con pendenza adeguata in modo da non costituire ostacolo al transito di una persona su sedia a ruote. Nel primo caso si deve segnalare il dislivello con variazioni cromatiche; lo spigolo di eventuali soglie deve essere arrotondato.

Nelle parti comuni dell'edificio, si deve provvedere ad una chiara individuazione dei percorsi, eventualmente mediante una adeguata differenziazione nel materiale e nel colore delle pavimentazioni. I grigliati utilizzati nei calpestii debbono avere maglie con vuoti tali da non costituire ostacolo o pericolo rispetto a ruote, bastoni di sostegno ecc.; gli zerbini devono essere incassati e le guide solidamente ancorate. Qualora i pavimenti presentino un dislivello, questo non deve superare i 2,5 cm.

La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo o genere dovrà venire eseguita in modo che la superficie risulti perfettamente piana ed osservando scrupolosamente le disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle connesse dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza.

I pavimenti si addenteranno per 15 mm entro l'intonaco delle pareti, che sarà tirato verticalmente sino al pavimento, evitando quindi ogni raccordo o guscio.

Nel caso in cui venga prescritto il raccordo, debbono sovrapporsi al pavimento non solo il raccordo stesso, ma anche l'incontro per almeno 15 mm.

I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti lavorati e senza macchie di sorta.

Resta comunque contrattualmente stabilito che per un periodo di almeno dieci giorni dopo l'ultimazione di ciascun pavimento, l'Impresa avrà l'obbligo di impedire l'accesso di qualunque persona nei locali; e

ciò anche per pavimenti costruiti da altre Ditte. Ad ogni modo, ove i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone e per altre cause, l'Impresa dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.

L'Impresa ha l'obbligo di presentare alla Direzione dei Lavori i campionari dei pavimenti che saranno prescritti. Tuttavia la Direzione dei Lavori ha piena facoltà di provvedere il materiale di pavimentazione.

L'Impresa, se richiesta, ha l'obbligo di provvedere alla posa in opera al prezzo indicato nell'elenco ed eseguire il sottofondo secondo le disposizioni che saranno impartite dalla Direzione stessa.

#### *Sottofondi*

Il piano destinato alla posa dei pavimenti, di qualsiasi tipo essi siano, dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo, in guisa che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire ed alla profondità necessaria.

Il sottofondo potrà essere costituito, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, da un massetto di calcestruzzo idraulico o cementizio o da un gretonato, di spessore minore di 4 cm in via normale, che dovrà essere gettato in opera a tempo debito per essere lasciato stagionare per almeno 10 giorni. Prima della posa del pavimento le lesioni eventualmente manifestatesi nel sottofondo saranno riempite e stuccate con un beverone di calce o cemento, e quindi vi si stenderà, se prescritto, lo spianato di calce idraulica (camicia di calce) dello spessore da 1,5 a 2 cm. Nel caso che si richiedesse un massetto di notevole leggerezza la Direzione dei Lavori potrà prescrivere che sia eseguito in calcestruzzo in pomice.

Quando i pavimenti dovessero poggiare sopra materie comunque compressibili il massetto dovrà essere costituito da uno strato di conglomerato di congruo spessore, da gettare sopra un piano ben costipato e fortemente battuto, in maniera da evitare qualsiasi successivo cedimento.

#### *Pavimenti in getto di cemento*

Sul massetto in conglomerato cementizio verrà disteso uno strato di malta cementizia grassa, dello spessore di 2 cm ed un secondo strato di cemento assoluto dello spessore di 5 mm, lisciato, rigato o rullato, secondo quanto prescriverà la Direzione dei lavori.

Sul sottofondo previamente preparato in conglomerato cementizio, sarà disteso uno strato di malta, composta di sabbia e cemento colorato giunti con lamine di zinco od ottone, dello spessore di 1 mm disposte a riquadri con lato non superiore a 1 m ed appoggiate sul sottofondo. Detto strato sarà battuto a rifiuto e rullato.

#### *Pavimenti con rivestimento lapideo*

I marmi possono venire posati su strato di allettamento cementizio o incollati direttamente al supporto. Lo strato di allettamento può essere usualmente costituito da una stesura di malta normale di cemento con aggiunta di calce grezza in ragione di m<sup>3</sup> 0,1 per m<sup>3</sup> di impasto.

I procedimenti di lucidatura e levigatura in opera devono necessariamente venire differiti nel tempo rispetto alla posa onde evitare che tali trattamenti, che prevedono normalmente l'impiego di forti quantità di acqua e fango, possano provocare degradi alla superficie lucidata così come alla superficie muraria al contorno.

Alla posa con collante (normalmente composto da impasto di cemento e resine idrosolubili) possono venire facilmente assoggettati i rivestimenti a “tutto marmo”.

In questi casi, dato il ridotto spessore dello strato di collegamento impiegato (3-4 mm) si deve operare su sottofondi particolarmente livellati e comunque resistenti, in grado di assorbire le sollecitazioni derivanti dai carichi cui la pavimentazione verrà sottoposta in fase di esercizio.

Nelle situazioni previste in modelli risolutivi isolati termicamente o acusticamente, lo strato di supporto della pavimentazione lapidea dovrà essere costituito non da un semplice strato di livellamento, ma da un vero e proprio strato di ripartizione dei carichi.

Nel caso di pavimentazione con rivestimento lapideo posato su strato legante cementizio con tecnica convenzionale, non si deve trascurare l'esigenza di frazionare la pavimentazione con giunti di dilatazione estesi a tutto lo spessore dello strato di allettamento, in campi non superiori ai m2 di superficie; da ridurre ulteriormente nel caso di pavimentazioni contenenti impianti di riscaldamento di tipo radiante.

#### *Pavimenti d'asfalto*

Il sottofondo dei pavimenti in asfalto sarà formato con conglomerato cementizio dosato a 250 kg. Su di esso sarà colato uno strato dell'altezza di 4 cm di pasta d'asfalto, risultante dalla fusione del mastice d'asfalto naturale e bitume, mescolati a ghiaietta o graniglia nelle proporzioni di 50 parti di asfalto, quattro di bitume e 46 di ghiaietta passata tra vagli di 5 e 10 mm. La ghiaietta sarà ben lavata, assolutamente pura ed asciutta.

Nella fusione i componenti saranno ben mescolati perché l'asfalto non carbonizzi e l'impasto diventi omogeneo.

L'asfalto sarà disteso a strati di 2 cm di spessore ognuno a giunti sfalsati. Sopra l'asfalto appena disteso, mentre è ben caldo, si spargerà della sabbia silicea di granulatura uniforme la quale verrà battuta e ben incorporata nello strato asfaltico.

#### *Pavimentazione in grigliato metallico*

La posa potrà andare dal semplice accostamento e giustapposizione degli elementi, al loro fissaggio, tramite bullonatura o sistemi di ancoraggio necessari mediante staffe e casellotti metallici, all'inserimento di supporti elastici per l'ammortizzazione dei rumori d'urto.

#### *Pavimentazione con rivestimento resiliente*

La posa potrà andare dal semplice accostamento e giustapposizione degli elementi, al loro fissaggio.

## **1.12 Attrezzatura sanitaria – rubinetterie e sanitari**

### **1.12.1 Rubinetterie**

- *Rubinetto elettronico monoforo*
  - Adatto ad uso gravoso.
  - Scocca e base in ottone massiccio con regolatore automatico di portata da 5-6 l/min.
  - Con o senza mixer.
  - Circuito elettronico ad infrarossi con incorporato dispositivo antiallagamento, alloggiato all'interno del rubinetto insieme all'elettrovalvola.
  - La versione a batterie ha una elettrovalvola progettata da Soema.
  - A corredo: trasformatore di sicurezza per il modello "T" o due batterie 1,5V in scatola stagna per il modello "P", rubinetti di arresto in ottone con valvola di non ritorno e filtro ispezionabile, tubi di collegamento flessibili approvati DVGW-WRAS-NSF/ANSI.
  - Certificato CE.

#### **Specifiche tecniche:**

- Pressione di utilizzo: 1-10 bar.
- Portata: 5-6 l/min.
- Alimentazione: trasformatore 230/12Vca 6VA Classe II IP65 per i modelli “T” o 2 batterie alcaline tipo “C” 1.5 V per i modelli “P”

**Tempi di funzionamento:**

- Apertura: immediata alla lettura delle mani.
- Chiusura: 1 secondo dopo tolte le mani o dopo 60 secondi di funzionamento continuo (sistema anti-allagamento). funzionamento continuo (sistema anti-allagamento).

**Possibilità del raggiungimento dei requisiti LEED** con la possibilità di modulare la quantità di acqua, infatti i Rubinetti elettronici sono progettati per contenere i consumi idrici: consumi da 1.9 a 3 litri al minuto.

•



- *Soffione anticalcare con braccio e snodo per doccia.*

Soffione anticalcare con braccio (l=180) e snodo

Soffione anticalcare con braccio e snodo. SOFF4: Soffione con snodo, struttura in acciaio inox AISI 316; applicazione solo su pareti ispezionabili o cavedi. Scelta obbligata nel caso di pareti ispezionabili di altezza standard con piatto doccia rialzato.

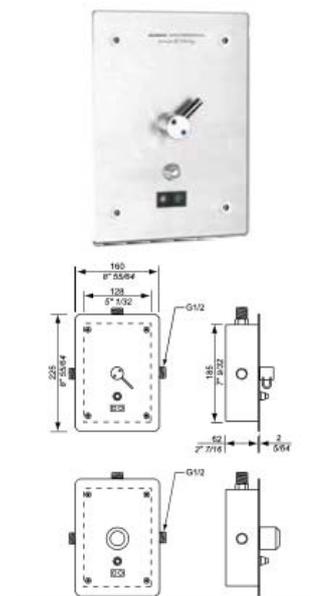


- *Comando doccia elettronico ad incasso con pulsante manuale e mixer*

Comando elettronico ad incasso per doccia con pulsante manuale e mixer su placca esterna singola. Adatto ad uso gravoso. Placca esterna è in acciaio inox AISI316 da 2mm fssata con viti inox di tipo antivandalico. A tenuta stagna: collocabile direttamente sotto il soffone doccia Circuito elettronico, elettrovalvola, fltro, mixer e par in ottone massiccio alloggiati all'interno di una scatola ad incasso in acciaio inox AISI 304 da 1mm di spessore.

Pulsante manuale in acciaio inox inserito sulla placca automatico di portata da 8 l/min Con mixer a dischi ceramici. Circuito elettronico ad infrarossi con incorporato dis A corredo: trasformatore di sicurezza Certificato CE. Specifiche tecniche: Pressione di utilizzo: 1-10 bar. Portata: 8 l/min. Alimentazione: trasformatore 230/12Vca 6VA Classe II IP65. Tempi di funzionamento: Apertura: premendo il pulsante, se l'utilizzatore è nel raggio di lettura. Chiusura: ripremendo il pulsante. 3 secondi dopo che l'utilizzatore è andato via dopo 180 secondi di funzionamento continuo.

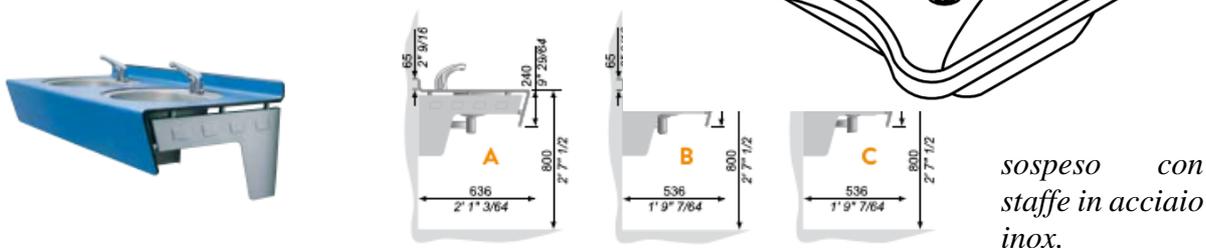
antiallagamento. A corredo: trasformatore di sicurezza. Certificato CE. Specifiche tecniche: Alimentazione: trasformatore 230/12Vca 6VA Classe II IP65. Tempi di funzionamento:



**Possibilità del raggiungimento dei requisiti LEED** con la possibilità di modulare la quantità di acqua, infatti il comando elettronico ad incasso sono progettati per contenere i consumi idrici: pressione di utilizzo variabile: da 1 a 10 bar e portata: 8 l/min, possibilità di riduzione fino a 0.

### 1.12.2 Lavabi

- lavabo ergonomico in ceramica per disabili
- Piani lavabo in c-hpl postforming - Platea



sospeso con staffe in acciaio inox.

**ATC** – Tipo SOEMA mod.PLATEA o similare, è un lavabo in C-HPL (Compact High Pressured Phenolic Laminate) Postforming disponibile in diversi colori.

- Il prodotto è adatto ad uso gravoso.

- Il lavabo può essere prodotto con massimo 4 postazioni continue; ha un'alzatina paraspruzzi di 65 millimetri e una bandella frontale alta 240 millimetri che può essere completa di feritoie per asciugamano (su richiesta).
- Lavabo singola postazione: 700x363mm.

**PCC** – Tipo SOEMA mod.GIBBO o similare è un piano lavabo in Acrial (Solid Surface simile al Corian) di colore bianco progettato per con un sistema anti-schizzi.

- Il modulo base (da 700) può ripetersi per 5 postazioni fornendo un piano unico
- Dimensioni lavabo a singola postazione:  
GIBBO-B per rubinetto da appoggio:700x542
- Altezza standard da pavimento: 800
  - montato a muro completo di carter in Acrial che copre adduzioni e scarico.



### Sanitari

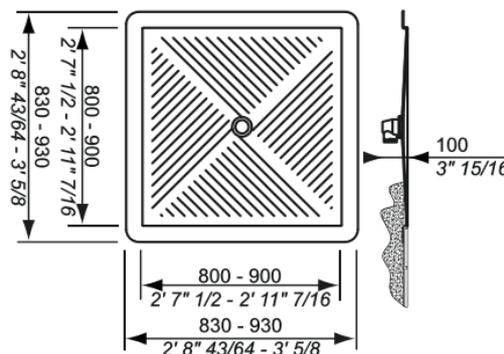
- *Piatto Piatto*



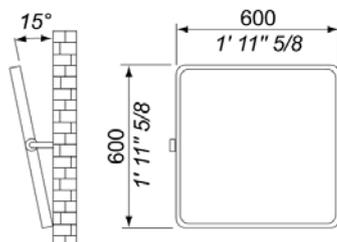
1.12.3

doccia

doccia per incasso a filo pavimento in vetroresina con piletta di scarico. È costruito con due strati di vetroresina da 2,5mm e la finitura è in gel-coat per sanitari con 50 barcol di durezza. Misura 800 x 800.



- *Specchio reclinabile - Reclinabile. Dimensioni 600x600*



### 1.12.4 *Unità' wc elettroniche complete-scarico a cassetta*

- VELO/Anti-stick ad uso gravoso
- Unità WC: completa
- Tipologia vaso: sospeso
- Colore: ceramica bianca

- Tavoletta WC: non inclusa (Butterfly: Pag. 38 Catalogo prodotti)
- Comprende: tubi di collegamento e perni filetati per il fissaggio del vaso e telaio in acciaio zincato per il sistema di sospensione del vaso
- Sistema di scarico: elettronico/da incasso
- Componente: cassetta V417
- A corredo: filtro e rubinetto d'arresto.
- Sistema di sicurezza: pulsante in ottone massiccio per l'attivazione manuale dello scarico.
- Parte idraulica: in ottone massiccio.
- VELO/Anti-stick: Velo d'acqua per la pre-umidificazione della parte interna del vaso.
- Circuito elettronico: ad infrarossi dotato di dispositivo anti-allagamento: attivazione del dispositivo dopo 3min di funzionamento ininterrotto. Componenti alloggiati all'interno della cassetta stessa.
- Placca esterna: in acciaio inox AISI 316 da 2mm di spessore fissata con 2 viti in acciaio inox anti-vandalismo.
- A corredo: trasformatore 230/12Vca e tubo di scarico insonorizzato
- Certificato CE

**Specifiche tecniche:**

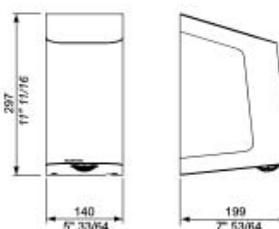
- Operazione A (rilevamento): Attivazione VELO.
- Attivazione pre-scarico iniziale: 2sec dopo il rilevamento.
- Operazione B Attivazione scarico principale: 8sec di rilevamento ininterrotto.
- Avvio scarico principale (solo se pre-attivato): 3 secondi dopo l'allontanamento dell'utente.
- Durata dello scarico: circa 4" non regolabile.
- Interruzione: Dispositivo anti-allagamento attivato dopo 10 minuti di funzionamento ininterrotto.
- Pressione di utilizzo: 1-10bar
- Quantità di acqua cacciata: da 4L a 20L tarato a: 6L
- Alimentazione: trasformatore 230/12Vac 6VA Classe II IP65

**Possibilità del raggiungimento dei requisiti LEED** con la possibilità di modulare la quantità di acqua, infatti la quantità di acqua cacciata è tarabile da 4L a 20L, tarato a 6 l ad utilizzo.



### 1.12.5 *Asciugamano elettronico ad aria fissaggio a parete*

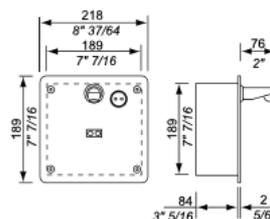
Le caratteristiche tecniche ed il suo design tengono conto di tutte esigenze d'igiene, risparmio energetico, antivandalismo, sicurezza e durata nel tempo richieste da professionisti dell'ambito sanitario, spogliatoi, strutture ricettive e servizi pubblici a carattere collettivo e sociale. Al motore di tipo coassiale ad alta è applicata una turbina che crea una elevata velocità d'aria riducendo così i tempi di asciugatura. Un circuito a fotocellule a infrarossi permette l'accensione e lo spegnimento dell'apparecchio avvicinando ed allontanando le mani e rendendo consumo limitato all'effettivo tempo di utilizzo. Le caratteristiche contraddistinguono fanno dell'asciugamani (tipo GHIBLI-HP) un apparecchio indispensabile nelle industrie in genere, nelle grandi industriali, nel settore alberghiero e ristorazione, nelle aree di servizio, nelle piscine, palestre, campeggi ecc. La struttura antivandalismo è realizzata in acciaio inox lucido AISI304 da 1,5 mm spessore e con bocca fssa di erogazione aria. Disponibile completamente in acciaio inox. L'apparecchio è certificato CE. Specifiche tecniche: • Voltaggio: 230V - 50/60Hz • Potenza: 700 W • Velocità: 400 km/h • Tempo di asciugatura: 15~18sec • Classe isolamento: classe I • Peso: 4,8 K



le  
velocità  
raggi  
il  
che lo  
cucine  
di

### 1.12.6 *Dosatore di sapone ad incasso con placca esterna singola*

- Adatto ad uso gravoso.
- Placca esterna in acciaio inox AISI 316 da 2mm di spessore fssata con 4 viti in acciaio inox di tipo antivandalico.
- Circuito elettronico, serbatoio del sapone con pompa alloggiati all'interno di una scatola ad incasso in acciaio inox: AISI 304 da 1mm di spessore.
- Canna da 75mm.
- Dosatore di sapone dotato di serbatoio da 1 litro e di pompa autoadescante.
- Dose di sapone regolabile.
- Circuito elettronico ad infrarossi con incorporato un autoadescante.
- Circuito elettronico ad infrarossi con incorporato un potenziometro per la regolazione della dose, un sistema anti- gocciolamento, un indicatore a led per serbatoio pieno/vuoto, un controllo per la ricarica veloce della pompa.
- A corredo: trasformatore di sicurezza, speciale imbuto per la ricarica del serbatoio del sapone con inserita una calamita da utilizzarsi per la ricarica rapida della pompa.
- Certificato CE.



Specifiche tecniche:

- Dose del sapone: dipendente dalla densità del liquido e dalla e dalla regolazione.
- Alimentazione: trasformatore 230/18Vca 6VA Classe II IP65.

Tempi di funzionamento:

- Erogazione dose: immediata alla lettura delle mani
- Erogazione dose: immediata alla lettura delle mani con con risucchio anti-sgocciolamento alla fine.

### 1.13 Attrezzatura sanitaria – Pareti divisorie box doccia

#### *Pareti divisorie docce e wc*

Le pareti divisorie (tipo serie GALLERIA) sono in stratificato C-HPL (Compact High Pressured Phenolic Laminated) spesso 14mm con bordi levigati ed angoli arrotondati per aumentare l'efficienza della pulizia. Sono assemblate tramite sbarre (lega T 60/60) chiamate "catena", che tengono insieme la struttura, e dove sono posizionate dei montanti che includono guarnizioni e cardini auto-accostanti.

Le cerniere auto-accostanti in alluminio sono regolabili e assemblate con cardini anti-strofinamento in materiale plastico, con speciali ammortizzatori d'urto che sono inglobati nello spessore della porta, e con guarnizioni in gomma, inserite nella parte perimetrale della porta, così come nella paretina frontale, attutendo quindi il colpo della chiusura.

Ogni modulo di partizione è fissato al pavimento da un piedino regolabile, e sospeso da terra 200mm, per agevolare la pulizia.

Il carter di copertura dei piedini di forma cilindrica, realizzato in materiale plastico di colore argento, ha funzione di protezione e di design. Lungo la "catena" superiore e su tutta la porta, può essere installata un discreto avvisatore luminoso per orientare facilmente l'avventore verso la cabina libera.

I box Galleria sono corredati di chiusura libero/occupato in acciaio inossidabile e apertura di emergenza.

Tutti gli accessori sono inseriti all'interno dei pannelli.

Le porte auto-accostanti restano aperte per 10cm al fine di permettere la presa dall'esterno; infatti la porta è priva di pomelli o maniglie, garantendo una superficie liscia, più facilmente pulibile e sufficientemente disinfettabile.



### 1.14 Opere varie

In mancanza di norme speciali, verranno seguite le migliori regole d'arte e si seguiranno i lavori nel miglior modo possibile, impegnandovi tutti i mezzi necessari.

Per la misurazione di tali opere, si seguiranno le norme indicate dalla descrizione dei lavori dell'elenco prezzi ed in mancanza di queste da quelle che saranno dettate dal Direttore dei Lavori in base alle normali consuetudini locali.

***CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO NORME TECNICHE***

***IMPIANTI***

**SOMMAIRE / INDICE**

1. PREMESSA .....	7
2. SCHEDE TECNICHE MATERIALI IMPIANTI ELETTRICI .....	11
2.1 QUADRI DI MEDIA TENSIONE TIPO PROTETTO CE1 12KV .....	11
2.2 QUADRI DI MEDIA TENSIONE TIPO PROTETTO CE2 15KV .....	18
2.3 TRASFORMATORI MEDIA - BASSA TENSIONE.....	19
2.4 CENTRALINE DI CONTROLLO TEMPERATURA TRASFORMATORI .....	27
2.5 RELÈ DI PROTEZIONE 50-51-51-67N MEDIA E BASSA TENSIONE.....	28
2.6 SCHERMATURA ELETTROMAGNETICA CABINE ELETTRICHE .....	33
2.7 QUADRI B.T.400V A PAVIMENTO IN CABINA ELETTRICA .....	34
2.8 QUADRI B.T.400V A PAVIMENTO NEI FABBRICATI .....	37
2.9 QUADRI B.T.400V A PARETE NEI FABBRICATI .....	39
2.10 CENTRALINO DI PROTEZIONE .....	42
2.11 COMPLESSI DI RIFASAMENTO IN BASSA TENSIONE .....	43
2.12 CAVO RG7H1OR 12 kV .....	45
2.13 CAVO RG7H1OR 15-20kV .....	46
2.14 CAVI FG16(O)M16 0,6/1 kV COLORE VERDE CIRCUITI NORMALI .....	46
2.15 CAVI FG16(O)R16 0,6/1 kV COLORE GRIGIO CIRCUITI ALL'ESTERNO ...	47
2.16 CAVI FS17 450-750V COLORE NERO MARRONE GRIGIO .....	47
2.17 CAVI FG17 450-750V COLORE NERO MARRONE GRIGIO .....	48
2.18 CAVO FTG10OM1-06/1kV COLORE BLU CIRCUITI DI SICUREZZA .....	49
2.19 CAVO FG4OHM1-06/1 kV COLORE ROSSO RIVELAZIONE INCENDIO .....	49
2.20 CAVO FG4OM1-06/1kV COLORE VIOLA EVACUAZIONE INCENDIO PER INTERNO .....	50
2.21 CAVO FTE40M1-06/1kV COLORE VIOLA EVACUAZIONE INCENDIO PER ESTERNO .....	50
2.22 CAVO H1Z2Z2-K COLORE NERO ROSSO BLU PER PANNELLI FOTOVOLTAICI .....	51
2.23 CAVO FIBRA OTTICA 4FO .....	51
2.24 CAVO FIBRA OTTICA 48FO TIPO PRISMIAN O EQUIVALENTE.....	52
2.25 CAVO FIBRA OTTICA 108FO TIPO PRISMIAN O EQUIVALENTE.....	52
2.26 TUBO ISOLANTE RIGIDO PIEGABILE A FREDDO LOCALI TECNICI.....	52
2.27 TUBO FLESSIBILE PESANTE INCASSATO PER FABBRICATI.....	53
2.28 CANALINA METALLICA ZINCATA SENDZIMIR PER CABINE ELETTRICHE, CORRIDOI E LOCALI TECNICI.....	54
2.29 TUBI METALLICI IN ACCIAIO ZINCATO PER U.T.A. ....	54
2.30 CANALINE METALLICHE IN ACCIAIO A FILO PER CENTRALI TECNOLOGICHE E CABINE ELETTRICHE .....	54
2.31 SCATOLE E CASSETTE DI DERIVAZIONE DA INCASSO A PARETE.....	55
2.32 SCATOLE E CASSETTE DI DERIVAZIONE METALLICHE .....	55
2.33 FRUTTI COMPONENTI E PLACCHE .....	56
2.34 APPARECCHI ILLUMINANTI PER LOCALI TECNICI .....	57
2.35 APPARECCHI ILLUMINANTI PER LUCE DI SICUREZZA A LED CON BATTERIA 3h.....	58
2.36 APPARECCHI ILLUMINANTI DA CTS PER UFFICI E CORRIDOI .....	58
2.37 APPARECCHI ILLUMINANTI DA CTS PER WC E LOCALI DI SERVIZIO. ....	58

2.38	APPARECCHI ILLUMINANTI PER BINARIO DALI ZONA GIARDINO.....	59
2.39	APPARECCHI ILLUMINANTI PER LOCALI TECNOLOGICI .....	59
2.40	APPARECCHI ILLUMINANTI PER INGRESSI HALL .....	60
2.41	APPARECCHI ILLUMINANTI PER SCALE HALL .....	60
2.42	APPARECCHI ILLUMINANTI PER GRADINI SCALE HALL .....	60
2.43	APPARECCHI ILLUMINANTI PER VENDITA RISTORAZIONE ATC.....	61
2.44	APPARECCHI ILLUMINANTI PER VENDITA RISTORAZIONE ATC.....	61
2.45	APPARECCHI ILLUMINANTI PER VENDITA RISTORAZIONE ATC.....	61
2.46	APPARECCHI ILLUMINANTI PER PENSILINA CARBURANTI .....	62
2.47	APPARECCHIO ILLUMINANTE PER TORRI FARO .....	62
2.48	APPARECCHIO ILLUMINANTE PER SVINCOLO .....	62
2.49	APPARECCHIO ILLUMINANTE PER PISTA SECURITY .....	63
2.50	CENTRALE RIVELAZIONE INCENDIO INDIRIZZATA .....	63
2.51	RIVELATORI OTTICI DI FUMO INDIRIZZATO PER SALE.....	64
2.52	RIVELATORI TERMICI DI FUMO INDIRIZZATO PER AMBIENTI TIPO DEPOSITO E LOCALI TECNCI .....	64
2.53	PULSANTI ANALOGICI INDIRIZZATI DI COLORE ROSSO PER SALE .....	64
2.54	MODULI DI CORTO CIRCUITO IMPIANTO RIVELAZIONE INCENDIO .....	65
2.55	PANNELLI OTTICI ACUSTICI PER IMPIANTO RIVELAZIONE INCENDIO .....	65
2.56	CENTRALE EVAC CEI 54-16 UNI ISO 7240-19 LOCALE TECNICO PIANO TERRA IN PROGETTO AUTONOMIA 60 minuti .....	65
2.57	CENTRALE ANTIEFFRAZIONE E CONTROLLO ACCESSI .....	67
2.58	RILEVATORE INERZIALE ANTISFONDAMENTO PER IMPIANTO ANTINTRUSIONE .....	68
2.59	RILEVATORE VOLUMETRICO A DOPPIA TECNOLOGIA .....	68
2.60	SIRENA ELETTRONICA DA ESTERNO.....	68
2.61	UPS DA 2500VA AUTONOMIA 30' PER QUADRI M.T. CEI 0-16.....	68
2.62	CABLAGGIO STRUTTURATO IN CATEGORIA 6 TRAMITE CAVI FTP PER RETE DATI E VIDEO SORVEGLIANZA .....	69
2.63	SWITCH POE 24 PORTE TIPO MANAGED SERIE GS 1920 .....	71
2.64	VIDEO REGISTRATORE A 16 FLUSSI PER VIDEO SORVEGLIAZNA.....	71
2.65	GATEWAY PER USO GENERICO.....	72
2.66	CONTROLORE TOUCHSCREEN BACNET NATIVO.....	72
2.67	CONTROLORE BACNET NATIVO PER ILLUMINAZIONE.....	72
2.68	ALIMENTATORE PER CONTROLORE BACNET NATIVO .....	72
2.69	TELECAMERA IP POE PER VIDEO SORVEGLIANZA TIPO DOME AXIS P3354 FISSA .....	72
2.70	TELECAMERA IP POE PER VIDEO SORVEGLIANZA A PARETE TIPO BULLET AXIS P3354 FISSA.....	73
2.71	TELECAMERA DA ESTERNO PER VIDEO SORVEGLIANZA A PARETE TIPO DOME AXIS Q6054-E.....	73
2.72	TELECAMERA DA ESTERNO PER VIDEO SORVEGLIANZA SU PALO TIPO DOME AXIS Q6155-E.....	74
2.73	TELECAMERA DA ESTERNO PER VIDEO SORVEGLIANZA SU PALO TIPO DOME AXIS Q1942-E TERMICA.....	74
2.74	COMUNICAZIONE BUS KONNEX KNX PER REGOLAZIONE LUCE .....	75
2.75	IMPIANTO DI DISPERSIONE E SCARICHE ATMOSFERICHE INDIRECTO .....	78
2.76	GRUPPO DI CONTINUITA PER ILLUMINAZIONE SICURA 20kVA .....	84
2.77	GRUPPO DI CONTINUITA PER ILLUMINAZIONE SICURA 60kVA .....	88

2.78	TUBAZIONI PER ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE PIAZZALE .....	88
2.79	PALI PER ILLUMINAZIONE STRADALE 12 metri fuori terra.....	90
2.80	PALI PER ILLUMINAZIONE SECURITY 6 metri fuori terra .....	90
2.81	TORRE FARO DOPPIA CON FLANGIA E TIRAFONDI ALTEZZA 20m.....	91
2.82	POZZETTI E CHIUSINI.....	91
2.83	GRUPPI ELETTROGENO 630kVA .....	91
2.84	INTERRUTTORI MAGNETOTERMICI APERTI A TENSIONE NON SUPERIORE A 1000 V CON RELE ELETTRONICI LSI .....	94
2.85	INTERRUTTORI MAGNETOTERMICI DIFFERENZIALI MODULARI - IN MAX 100 A .....	95
2.86	INTERRUTTORI MAGNETOTERMICI SCATOLATI - IN MAX 800 A CON RELE ELETTRONICI LSI .....	96
2.87	INTERRUTTORI SEZIONATORI MODULARI - IN MAX 125A .....	97
2.88	IMPIANTO DI RICARICA MACCHINE ELETTRICHE 30kW .....	97
2.89	PENSILINA FOTOVOLTAICA AUTO (n.1) 55,65 kWp .....	97
2.90	PENSILINA FOTOVOLTAICA AUTO (n.2) 47,7 kWp .....	98
2.91	PENSILINA FOTOVOLTAICA AUTO (n.3) 42,4 kWp .....	99
2.92	PENSILINA FOTOVOLTAICA CASSA CARBURANTI 95,4 kWp.....	99
2.93	IMPIANTO ANTENNA RADIO CANALI NAZIONALI E POLSTRADA.....	100
2.94	CASE COSTRUTTRICI .....	101
3.	SCHEDE TECNICHE MATERIALI IMPIANTI MECCANICI .....	103
3.1	CALDAIA A CONDENSAZIONE.....	103
3.2	VALVOLA AUTOMATICA INTERCETTAZIONE GAS NATURALE.....	105
3.3	VALVOLA MANUALE DI INTERCETTAZIONE GAS NATURALE.....	105
3.4	FILTRO GAS NATURALE A CARTUCCIA.....	106
3.5	CANNA FUMARIA SINGOLA IN ACCIAIO INOX .....	106
3.6	POMPA DI CALORE ELETTRICA CON COMPRESSORI SCROLL CONDENSAZIONE AD ARIA CON VENTILATORI ELICOIDALI .....	107
3.7	UNITA' DI TRATTAMENTO ARIA ED ESTRATTORI.....	110
3.8	UNITA' DI VENTILAZIONE A DOPPIO FLUSSO CON RECUPERATORE DI CALORE STATICO AD ALTA EFFICIENZA .....	117
3.9	UMIDIFICATORE A VAPORE ELETTRICO A RESISTENZA .....	119
3.10	SCAMBIATORE DI CALORE A PIASTRE .....	120
3.11	IMPIANTO DI TRATTAMENTO ACQUA A DOPPIA COLONNA .....	121
3.12	COLLETTORE SOLARE PIANO.....	122
3.13	BOLLITORE PER ACQUA CALDA SANITARIA .....	123
3.14	ELETTROPOMPE .....	123
3.15	VENTILCONVETTORI VERTICALI CON MOTORE ELETTRONICO .....	125
3.16	VENTILCONVETTORI DA INCASSO IN CONTROSOFFITTO CON MOTORE ELETTRONICO.....	127
3.17	COLLETTORI DI DISTRIBUZIONE DI ZONA.....	129
3.18	RADIATORI TUBOLARI IN ACCIAIO .....	129
3.19	BOCCHETTE E DIFFUSORI DI IMMISSIONE ED ESTRAZIONE ARIA, SERRANDE DI REGOLAZIONE.....	130
3.20	GRIGLIE PRESA ARIA ESTERNA ED ESPULSIONE.....	132
3.21	SILENZIATORE.....	132
3.22	SERRANDE TAGLIAFUOCO.....	133
3.23	VALVOLAME .....	134
3.24	TUBAZIONI IN ACCIAIO NERO .....	136

3.25	TUBAZIONI IN ACCIAIO ZINCATO .....	137
3.26	TUBAZIONI PREISOLATE IDONEE PER INTERRAMENTO DIRETTO.....	138
3.27	TUBAZIONI IN RAME PER CIRCUITI ACQUA CALDA .....	139
3.28	TUBAZIONI IN POLIETILENE PER CONDOTTE ACQUA IN PRESSIONE	139
3.29	TUBAZIONI MULTISTRATO .....	140
3.30	TUBAZIONI DI SCARICO IN PEHD .....	141
3.31	TUBAZIONI IN POLIETILENE PER GAS.....	142
3.32	COIBENTAZIONE TUBAZIONI ACQUA CALDA .....	146
3.33	COIBENTAZIONE TUBAZIONI CIRCUITO SOLARE.....	147
3.34	COIBENTAZIONE TUBAZIONI ACQUA REFRIGERATA E ACQUA POTABILE .....	148
3.35	CONDOTTE ARIA .....	149
3.36	COIBENTAZIONE TERMICA ED ACUSTICA PER CONDOTTE ARIA .....	152
3.37	COIBENTAZIONE ACUSTICA INTERNA PER CONDOTTE ARIA.....	153
3.38	COIBENTAZIONE ACUSTICA ESTERNA PER CONDOTTE ARIA .....	153
3.39	SCHIUMA ISOLANTE PER SIGILLATURE TERMOACUSTICHE.....	154
3.40	GRUPPO DI CONTABILIZZAZIONE ENERGIA TERMICA .....	155
3.41	SISTEMA DI REGOLAZIONE AUTOMATICA.....	155
3.42	GRUPPO DI PRESSURIZZAZIONE UNI 12845 CON MOTOPOMPA.....	159
3.43	IDRANTE ANTINCENDIO .....	161
3.44	IDRANTE SOPRASUOLO.....	162
3.45	IDRANTE SOTTOSUOLO.....	162
3.46	ATTACCO AUTOPOMPA.....	163
3.47	ESTINTORE PORTATILE A POLVERE.....	163
3.48	ESTINTORE PORTATILE A CO2 .....	164
3.49	STAFFAGGI, PUNTI FISSI E VERNICIATURE .....	164
3.50	DISPOSITIVI DI CONTROLLO.....	165
3.51	TARGHETTE INDICATRICI .....	165
3.52	CASE COSTRUTTRICI .....	167
4.	MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI .....	168
4.1	OBBLIGHI ED ONERI DELL'ASSUNTORE LAVORI .....	168
4.2	ACCORGIMENTI PER LA LIMITAZIONE DELLA RUMOROSITA' DEGLI IMPIANTI .....	172
4.3	COMPARTIMENTAZIONE DEGLI IMPIANTI .....	174
4.4	PROTEZIONE SISMICA DEGLI IMPIANTI .....	178
4.5	TECNICHE E ACCORGIMENTI NELLA POSA DELLE TUBAZIONI.....	182
4.6	TECNICHE E ACCORGIMENTI NELLA POSA DEGLI APPARECCHI ILLUMINANTI.....	186
4.7	TECNICHE E ACCORGIMENTI NELLA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO DI TERRA .....	187
4.8	TECNICHE E ACCORGIMENTI NELLA REALIZZAZIONE DEI QUADRI ELETTRICI.....	189
4.9	TECNICHE E ACCORGIMENTI NELLA REALIZZAZIONE DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE .....	191
4.10	TECNICHE E ACCORGIMENTI NELLA REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI DI RIVELAZIONE E SEGNALAZIONE ALLARME .....	195
4.11	ASSISTENZE EDILI AL SERVIZIO DEGLI IMPIANTI.....	196
5.	NORME DI MISURAZIONE DELLE LAVORAZIONI.....	197

5.1	NOTE GENERALI.....	197
5.2	TUBAZIONI.....	198
5.3	CANALIZZAZIONI.....	202
5.4	RIVESTIMENTI ISOLANTI.....	204
5.5	VERNICIATURE.....	205
5.6	VALVOLAME.....	205
5.7	ELETTROPOMPE.....	205
5.8	RADIATORI.....	205
5.9	BOCCHETTE, GRIGLIE, DIFFUSORI, SERRANDE.....	206
5.10	APPARECCHIATURE VARIE.....	206
5.11	COMPLESSI DI ACCESSORI DI COMPLETAMENTO.....	207
6.	REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI.....	211
6.1	NORME GENERALI.....	211
6.2	MODALITA' DI APPROVAZIONE DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI.....	211
6.3	CAMPIONATURE.....	212
6.4	MATERIALI IN CANTIERE.....	213
6.5	OPERE DA RICOPRIRE.....	213
7.	MODALITA' DI PROVA E COLLAUDO.....	214
7.1	DOCUMENTAZIONE.....	214
7.2	VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA E FINALI.....	215
7.3	COLLAUDO DEFINITIVO.....	226
7.4	ADDESTRAMENTO.....	227

## LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

<b>Figura 1</b>	– Inquadramento.....	10
-----------------	----------------------	----

## 1. PREMESSA

### Impianti elettrici e speciali

Il presente appalto comprende la realizzazione degli impianti elettrici e speciali a servizio del fabbricato uffici direzione esercizio DE, uffici posto di controllo centralizzato PCC , uffici OK GOL, casse carburanti, fabbricato ristorazione ATC e parcheggio piazzale esterno per il nuovo aeroporto di San Didero.

In particolare sono previste le seguenti opere di seguito sinteticamente elencate

- Fornitura e posa in opera di cabina elettrica CE1 distribuzione primaria a 5,5kV per area esterna e fabbricati uffici;
- Fornitura e posa in opera di cabina elettrica CE2 distribuzione primaria a 15kV per fabbricato ristorazione ATC e casse carburanti;
- Fornitura e posa in opera di cavidotti esterni per energia e impianti speciali;
- Fornitura e posa in opera di illuminazione esterna piazzale con torri faro altezza 20m e apparecchi illuminanti a LED 230W ;
- Fornitura e posa in opera di illuminazione degli svincoli e delle strade di accesso con pali altezza 12m e apparecchi illuminanti a LED 128W;
- Fornitura e posa in opera di quadri prese per truck station nel piazzale di parcheggio esterno;
- Fornitura e posa in opera di impianto di video sorveglianza per esterno;
- Fornitura e posa in opera di impianto di allarme evacuazione per area esterna;
- Fornitura e posa in opera di linee primarie FG16OR16 da posare all'esterno;
- Fornitura e posa in opera di linee primarie e secondarie FG16OM16 da installare nei fabbricati per energia normale;
- Fornitura e posa in opera di linee primarie e secondarie FTG10OM1 da installare nei fabbricati per illuminazione sicura;
- Fornitura e posa in opera di linee di sicurezza FG4OHM1 per rivelazione incendio e allarme evacuazione da installare nei fabbricati;
- Fornitura e posa in opera di linee di sicurezza FTE4OM1 per allarme evacuazione da installare all'esterno;
- Fornitura e posa in opera di linee FTP categoria 6C4 per cablaggio strutturato e video sorveglianza da installare nei fabbricati;
- Fornitura e posa in opera di cavo in fibra ottica armato 4FO per le telecamere di video sorveglianza
- Fornitura e posa in opera di cavo in fibra ottica armato 48FO per servizi Sitaf
- Fornitura e posa in opera di cavo in fibra ottica armato 108FO per servizi internazionali
- Fornitura e posa in opera di UPS 20kVA per illuminazione sicura DE+ PCC;
- Fornitura e posa in opera di UPS 20kVA per illuminazione sicura area esterna;

- Fornitura e posa in opera di UPS 60kVA per servizi privilegiati fabbricato DE + PCC;
- Fornitura e posa in opera di quadri elettrici per distribuzione primaria e secondaria;
- Fornitura e posa in opera di quadri e ausiliari a servizio degli impianti meccanici;
- Fornitura e posa in opera di impianti di illuminazione e regolazione intensità luminosa per direzione esercizio, posto di controllo centralizzato, OK GOL e fabbricato ATC;
- Fornitura e posa in opera di apparecchi illuminanti per tutti i fabbricati e per tutte le aree;
- Fornitura e posa in opera di impianti prese e forza motrice per tutti i fabbricati e tutte le aree;
- Fornitura e posa di predisposizione impianti cucina da completare in fase di realizzazione delle opere
- Solo predisposizione per impianti specifici di cucina, forni, cappe, lavasoviglie, ecc per fabbricato ATC;
- Fornitura e posa in opera di impianto di rivelazione incendio e allarme evacuazione per tutti i fabbricati;
- Fornitura e posa in opera di impianto di video sorveglianza per tutti i fabbricati;
- Fornitura di distribuzione in fibra ottica per la rete generale dati tra i fabbricati e l'autostrada A32;
- Fornitura di apparecchiature e impianti nel PCC per rete tecnologica, rete office, rete telefonica, videowall, gestione audio, postazione operatore, sistema scada, sistema smoke, sistema emergenza SOS, sistema GSM, sistema meteo, sistema radio telefono, video conferenza e video proiezione, sistema di FIREWALL e relativa infrastruttura;
- Fornitura e posa in opera di n.6 armadi di cablaggio strutturato per gli impianti speciali del PCC;
- Fornitura e posa in opera di palo per antenne canali sociali e polstrada per PCC;
- Fornitura e posa in opera di n.3 impianti fotovoltaici su pensiline parcheggio AUTO 1 + AUTO 2 + AUTO 3 , rispettivamente di potenza 74kWp – 47.7kWp – 42.4kWp;
- Fornitura e posa in opera di n.1 impianto fotovoltaico su pensilina cassa carburante di potenza 95,4kWp;
- Fornitura e posa in opera di quattro colonnine per ricarica macchine elettriche 400VCA + 500VDC 22kW;
- Fornitura e posa in opera di sistema di gestione dell'energia per impianto di ricarica macchine elettriche;
- Fornitura e posa in opera di impianto di illuminazione e video sorveglianza della vasca di raccolta acque di prima pioggia;
- Fornitura e posa in opera di automazione cancello elettrico prima del viadotto canale Nie;
- Fornitura e posa in opera di sistemi di sicurezza per attivare le procedure relative alle attività di prevenzione incendio VVFF;
- Fornitura e posa in opera sistema di scaricatori per correnti e sovra tensioni indotte di tipo indiretto di origine atmosferica o di altra natura;

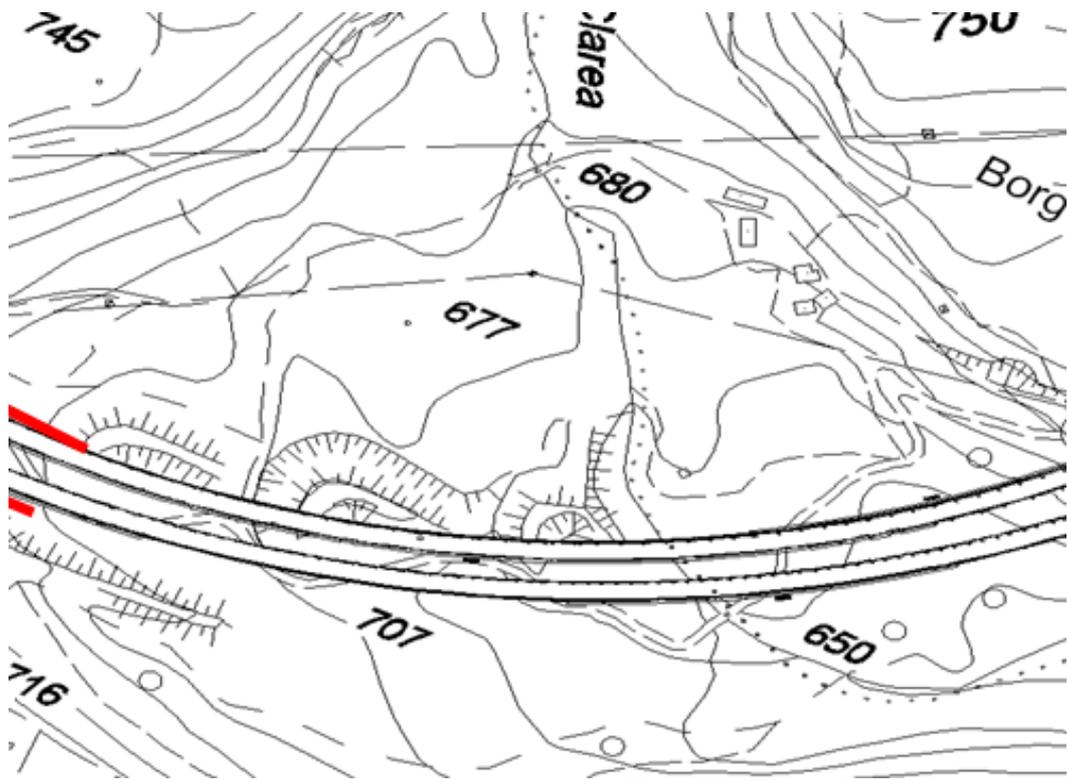
- Fornitura e posa in opera di illuminazione per pista security;
- Fornitura e posa in opera di video sorveglianza per pista security;
- Fornitura e posa in opera di automazione cancelli motorizzati per ingresso alla pista security da autostrada.

### **Impianti meccanici**

Il presente appalto comprende la realizzazione degli impianti meccanici a servizio del fabbricato uffici direzione esercizio DE, uffici posto di controllo centralizzato PCC , uffici OK GOL, casse carburanti, fabbricato ristorazione ATC e parcheggio piazzale esterno per il nuovo aeroporto di San Didero.

In particolare sono previste le seguenti opere di seguito sinteticamente elencate

- Fornitura e posa in opera di centrale termica per fabbricato direzione esercizio, uffici OK GOL e uffici PCC
- Fornitura e posa in opera di centrale termica per fabbricato ristorazione
- Fornitura e posa in opera di n.2 gruppi frigo per fabbricati direzione esercizio, OK GOL e PCC
- Fornitura e posa in opera di n.2 gruppi frigo per fabbricato ristorazione
- Fornitura e posa in opera di unità trattamento aria per fabbricato direzione esercizio e PCC
- Fornitura e posa in opera di unità trattamento aria per fabbricato ristorazione
- Fornitura e posa in opera di impianto di spegnimento incendio con manichette per fabbricati uffici e ristorazione
- Fornitura e posa in opera impianto idrico sanitario per fabbricato direzione esercizio
- Fornitura e posa in opera impianto idrico sanitario per fabbricato uffici OK GOL
- Fornitura e posa in opera impianto idrico sanitario per fabbricato uffici PCC
- Fornitura e posa in opera impianto idrico sanitario per fabbricato ristorazione
- Fornitura e posa in opera impianto idrico sanitario per casse carburanti
- Fornitura e posa in opera impianto di climatizzazione per fabbricato direzione esercizio
- Fornitura e posa in opera impianto di climatizzazione per fabbricato uffici OK GOL
- Fornitura e posa in opera impianto di climatizzazione per fabbricato uffici PCC
- Fornitura e posa in opera impianto di climatizzazione per fabbricato ristorazione
- Fornitura e posa in opera impianto di climatizzazione per casse carburanti
- Fornitura e posa di impianto di ricircolo aria primaria per fabbricati uffici
- Fornitura e posa di impianto di ricircolo aria primaria per ristorazione
- Fornitura e posa di predisposizione impianti cucina da completare in fase di realizzazione delle opere



*Figura 1 – Inquadramento*

## 2. SCHEDE TECNICHE MATERIALI IMPIANTI ELETTRICI

### 2.1 QUADRI DI MEDIA TENSIONE TIPO PROTETTO CE1 12KV

#### CARATTERISTICHE ELETTRICHE

- Tensione nominale isolamento 12kV
- Tensione nominale di esercizio 5,5kV
- Corrente di breve durata per 1s 12.5kA
- Corrente nominale delle sbarre In 630A
- Quadro di tipo protetto
- Isolamento in aria
- Interruttori rimovibili con isolamento in SF6

#### CARATTERISTICHE MECCANICHE

I quadri dovranno essere costruiti con struttura metallica portante, suddivisi in sezioni o scomparti fra di loro componibili. La chiusura su tutti i lati, le porte e portelle, le compartimentazioni ed i sostegni interni, dovranno essere realizzati con lamiera di spessore  $\geq 2$  mm.

Le lamiera terminali di chiusura dovranno essere asportabili e fissate con viti incassate e, se di dimensioni e/o peso notevoli, munite di idonee patte di sostegno per facilitarne il montaggio.

Le lamiera interne e le apparecchiature dovranno essere fissate con viti in fori filettati od imbullonati.

Le porte dovranno essere montate su cerniere e dotate di serratura a chiave.

Il fronte della portella deve essere dotato di sinottico riportante lo schema unifilare in materiale sintetico in rilievo.

Ogni quadro, od elemento di quadro costituente un'unità a se stante, dovrà essere dotato di n. 4 golfari di sollevamento.

Per l'ancoraggio a pavimento galleggiante su struttura con bulloni, ogni scomparto sarà dotato di asole nelle strutture d'appoggio, parallele ai 4 lati dello scomparto.

I ferri di base sono necessari per la corretta funzionalità dei quadri, quindi devono essere compresi nella fornitura.

Dal punto di vista del grado di compartimentazione interna (esecuzione), realizzata con divisori metallici a terra con grado di protezione IP20, il quadro dovrà essere realizzato nel seguente modo:

- protetto:compartimentazione della sola cella ausiliari; inoltre la zona sbarre sarà compartimentata verso il resto dello scomparto con divisori mobili metallici connessi a terra, atti alla compartimentazione tra vano apparecchiature e zona barrature principali, solidali con o trascinati dall'apparecchiatura di sezionamento;

L'uscita dei cavi è prevista dal basso, dette lamiera dovranno essere sagomate in maniera tale da rientrare verso l'alto in corrispondenza della zona destinata a ricevere i bocchettoni, onde consentire l'appoggio del quadro anche con bocchettoni montati.

Il fondo quadro, se non diversamente specificato, dovrà essere sempre chiuso, mediante lamiera imbullonate, con grado di protezione corrispondente a quello richiesto per il quadro a portelle chiuse.

#### REGIME TERMICO

La temperatura aria ambiente interna al quadro non dovrà eccedere di 10 °K quella dell'aria ambiente esterna al quadro stesso, quest'ultima definita nel paragrafo “Condizioni Ambientali” come “media giornaliera massima”.

I parametri nominali di tutti i componenti devono essere riferiti alla loro effettiva temperatura di funzionamento, cioè alla temperatura aria ambiente interna al quadro (= temperatura aria ambiente esterna al quadro + 10 °K); ciò vale in particolare per la richiesta corrente nominale delle apparecchiature di manovra ed/od interruzione.

In relazione alle condizioni termoigrometriche limite dell'ambiente il Appaltatore deve prevedere opportune aperture di ventilazione che, se necessario, può essere forzata con comando a termostato. In particolare, i quadri elettrici dovranno essere dotati di resistenze anticondensa.

#### TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Non è ammesso alcun materiale, neppure viti e minuterie varie, soggetto a ferrossidazione (ruggine), se non sottoposto ad adeguato trattamento superficiale, preferibilmente zincatura a caldo dopo lavorazione.

Per la verniciatura, la preparazione consiste in una sabbiatura a metallo bianco; entro 24 h la superficie dovrà essere ricoperta tramite applicazione dell'antiruggine, e dello smalto a finire con 2 mani; lo spessore minimo finale del film dovrà essere di  $\geq 60 \mu\text{m}$ .

In alternativa sarà ammesso un ciclo di verniciatura a polvere epossidica polimerizzata a forno. In questo caso lo spessore deve essere  $\geq 60 \mu\text{m}$ .

Tutte le superfici interne dovranno essere rivestite con vernice in esecuzione anticondensa.

Le superfici verniciate dovranno superare la prova di aderenza secondo le norme DIN 53151.

Il punto di colore è definito nella scheda tecnica dedicata.

Tutte le minuterie e gli accessori metallici dovranno essere sottoposti ad adeguato trattamento di zincatura a fuoco, finalizzata alla resistenza chimica di atmosfere corrosive umido-saline.

#### CONTRASSEGNI D'IDENTIFICAZIONE

Ogni quadro, scomparto, cella, ed ogni singolo componente montato all'interno o sul fronte, dovrà essere contrassegnato da targhetta indicatrice dedicata e riportante il codice di riferimento univoco indicato sui relativi schemi.

I componenti accessibili dal fronte quadro (organi di manovra ed/od interruzione, strumentazione, etc.) dovranno essere dotati di doppia targhetatura: una interna al quadro riportante il codice di riferimento con gli schemi, ed una esterna riportante la dicitura funzionale.

La targhetatura dovrà essere realizzata con portatarghetta, avvitato o rivettato (è vietata l'adesività e l'incollatura), alloggiante la targhetta dedicata.

I collegamenti di potenza devono avere il contrassegno della fase di appartenenza o della funzione di terra (L1-L2-L3- $\oplus$  ; U-V-W) per mezzo di idonee fascettature.

I collegamenti ausiliari dovranno essere muniti di anelli di identificazione sfilabili, riportanti la numerazione dei relativi schemi; se realizzati in cavo multipolare, ogni singola anima dovrà riportare stampigliata sul proprio isolamento la numerazione progressiva delle anime.

#### COLLEGAMENTI DI POTENZA

Per garantire facilità di montaggio, manutenzione ed espansione, nei quadri composti da più scomparti, le sbarre principali dovranno essere realizzate in tronchi corrispondenti ai rispettivi scomparti. Le sbarre secondarie dovranno essere dimensionate per la somma delle correnti nominali delle apparecchiature principali servite, con coefficiente di contemporaneità unitario, e non per eventuali correnti inferiori d'esercizio o nominali di componenti secondari (ad esempio: trasformatori di corrente, sganciatori).

Le sbarre e le loro giunzioni dovranno essere nude solo se sono totalmente segregate: in tale caso la loro compartimentazione dedicata deve essere dotata di idonee aperture di ventilazione e di proprio collegamento a terra.

Il materiale conduttore dovrà essere in rame; i cavi sono conformi alle norme CEI 20-22.

#### COLLEGAMENTI AUSILIARI

L'alimentazione dei circuiti ausiliari dovrà essere così suddivisa:

- Uaux1 : una linea esterna per ogni scomparto; la tensione ha il valore indicato nella apposita scheda tecnica.
- Uaux2 : una linea esterna per ogni scomparto; la tensione ha il valore indicato nella apposita scheda tecnica.
- Uaux3 : due linee esterne per ogni quadro; la tensione ha il valore indicato nella apposita scheda tecnica.

È compito del Appaltatore di dotare ogni alimentazione di un interruttore generale al quale attestare la linea esterna di alimentazione e provvedere all'eventuale trasformazione alla tensione di funzionamento degli ausiliari, indicata nelle apposite schede tecniche.

Il trasformatore dovrà essere di sicurezza con interruttori di protezione.

In ogni scomparto l'alimentazione ausiliaria dovrà essere suddivisa per i seguenti circuiti:

- Uaux1 = circuito di apertura comprendente: protezioni, allarmi, segnali, misure, comandi di apertura, bobine di apertura, minima tensione, similari 230VCA.
- Uaux2 = circuito di chiusura comprendente: motori caricamolle, comandi di chiusura, bobine di chiusura 230VCA.
- Uaux3 = due circuiti per, resistenze anticondensa e illuminazione interna 220V.

Tutti i contatti ausiliari dei componenti di ogni cella dovranno essere cablati alle morsettiere dedicate dei circuiti ausiliari.

I cavi dovranno essere riuniti in canaline con coperchio: di PVC forate o di metallo, con collegamento a terra; coefficiente di riempimento  $\leq 0.70$ .

I conduttori, conformi alle norme CEI 20-22, dovranno avere sezione  $\geq 2,5 \text{ mm}^2$  per i circuiti amperometrici e  $\geq 1.5 \text{ mm}^2$  per gli altri circuiti. Le relative terminazioni dovranno essere dotate di idonee bocchette e di capocorda a puntale o forcilla.

I conduttori relativi a circuiti di misura analogica dovranno essere twistati a doppiini con schermatura sui singoli doppiini, ed ulteriore schermatura totale nel caso di cavi multidoppiini.

Le morsettiere dovranno essere installate ad un'altezza da terra  $\geq 300 \text{ mm}$ .

Ogni morsetto dovrà essere largamente proporzionato rispetto alla sezione del cavo da collegare, comunque per sezione  $\geq 6 \text{ mm}^2$ , ed alloggia non più di 1 conduttore per ogni lato.

Qualora siano previsti convertitori di misura, tutti gli strumenti di misura a fronte quadro dovranno essere sempre inseriti sui circuiti voltmetrici ed/od amperometrici primari, cioè a monte dei convertitori; costituiscono eccezione gli integratori che dovranno essere sempre inseriti sui circuiti di misura secondari, cioè a valle di convertitori.

Le interfacce di controllo con l'operatore locale dovranno essere costituite dalle apparecchiature richieste su frontequadro.

L'interfaccia di controllo con sistemi esterni dovrà essere costituita da 1 morsettiera centralizzata per ogni scomparto.

I contatti disponibili dovranno essere resi rispettivamente mantenuti ed/od impulsivi, privi di potenziale.

Al seguito alcune caratteristiche generali per i circuiti ausiliari:

- relè di protezione a reset manuale, con segnalazione d'intervento per ogni soglia di misura;
- trasformatori servizi ausiliari:
- per la loro protezione occorre prevedere interruttori automatici o fusibili con sezionamento sul solo lato primario se i trasformatori sono a 2 avvolgimenti, le protezioni sono previste su tutti gli avvolgimenti se i trasformatori hanno più di 2 avvolgimenti;
- trasformatore di sicurezza anche nel caso di un solo avvolgimento alimentante circuiti a bassissima tensione di sicurezza;

- classe isolamento E, ma con utilizzo tale da non superare la temperatura di 45 °C sulla parte accessibile del trasformatore (involucro od avvolgimenti);
- avvolgimento primario (alimentato) dotato di almeno altre 4 prese, oltre a quella centrale, con riferimento di tensione  $\pm 2 \times 5 \%$ ;
- sovraccarico istantaneo ( $t = \geq 20$  ms)  $\geq 20\%$  della potenza apparente nominale, con caduta di tensione  $\leq 5\%$  della tensione nominale.
- trasformatori misura:
- esenti da scariche parziali;
- classe isolamento F;
- di tensione: tensione nominale secondaria  $100:\sqrt{3}$  V, 100:3 collegamento a triangolo aperto con resistenza di antiferrisonanza;
- di corrente: corrente nominale secondaria 5 A oppure 1A a secondo di quanto indicato sulle schede tecniche;
- convertitori misura:
- isolamento galvanico fra ingresso ed uscita, con esclusione di quelli accessori a singoli strumenti indicatori;
- a vero valore efficace.
- integratori con indicatore meccanico, ed emettitore impulsi programmabili con duty-cycle  $50\% \pm 20\%$  e frequenza  $\leq 100$  Hz. Il numeratore meccanico conteggia la grandezza fisica primaria, non gli impulsi (è ammesso un multiplo o sottomultiplo in base 10, serigrafato sul fronte dello strumento).
- indicatori misure analogiche istantanee:
- digitali: classe precisione  $\leq 0.5$ .
- morsetti:
- circuiti amperometrici: sezionabili, cortocircuitabili con appositi ponti e prese di derivazione;
- circuiti voltmetrici: sezionabili con prese di derivazione;
- alimentazioni in ac e dc: sezionabili;
- altri circuiti: normali, passanti.
- interruttori fincorsa: portata contatti minimo 10 A ad ogni tensione.
- contattori ausiliari:
- numero contatti: minimo 4 e massimo 8;
- portata contatti: minimo 5 A ad ogni tensione;
- contattori ausiliari a basso assorbimento: massimo assorbimento bobina allo spunto 3 VA ad ogni tensione.
- segnalazioni luminose (allarmi, stati, blocchi):
- rosso intermittente: presenza tensione con condizione di pericolo; intervenuta protezione; allarme; blocco;
- rosso fisso: posizione di chiuso di apparecchiatura di manovra ed/od interruzione; presenza tensione;
- giallo intermittente: preallarme; intervento 1. soglia di dispositivo di allarme e/o blocco a 2 soglie;
- verde fisso: posizione di aperto di apparecchiatura di manovra ed/od interruzione;
- blu fisso: posizioni di inserito, sezionato (test), estratto di apparecchiatura o complesso di apparecchiature meccanicamente solidali; tutti gli stati di predisposizione da selettore (locale/remoto, manuale/automatico, etc.);
- bianco fisso: presenza tensione senza condizione di pericolo; molle cariche di interruttore; varie non riconducibili ai casi precedenti;
- sempre dotate di circuito prova lampade (anche cumulativo).

- tensione nominale lampade (illuminazione interna sempre di tipo fluorescente) e lampadine (segnalazioni luminose sempre di tipo multiled):
- su circuiti a tensione nominale 230 V: 240 V;
- su circuiti a tensione nominale 110 V: 130 V;
- su circuiti a tensione nominale 48 V: 60 V;
- su circuiti a tensione nominale 24 V: 30 V;
- pulsanti (comandi):
- rosso: arresto d'emergenza (a fungo); comando di apertura di apparecchiatura di manovra ed/od interruzione;
- verde: comando di chiusura di apparecchiatura di manovra ed/od interruzione.
- nero: comandi di arresto o di apertura.
- selettori, commutatori, manipolatori:
- nero o cromato per tutte le posizioni;
- selettori a chiave: chiave estraibile in posizione di "0";
- predisposizione del comando locale e remoto: a chiave a 3 posizioni, 0-LOC-REM, chiave estraibile in posizione di "0" ed impigliata nelle altre posizioni, con contatti NO a chiusura anticipata e NC ad apertura ritardata;
- attuazione del comando di apertura e chiusura: a chiave a 3 posizioni, OFF-0-ON con ritorno a molla sulla posizione centrale "0", chiave estraibile in posizione "0" ed impigliata nelle altre posizioni; il comando di apertura degli interruttori deve essere sempre operativo, indipendentemente dalla posizione del selettore 0-LOC-REM;
- contatti segnalazione di qualsiasi apparecchiatura:
- la quantità richiesta nelle schede tecniche s'intende sempre su morsettiera centralizzata e disponibile, oltre ai contatti necessari alle logiche interne del quadro.

#### COLLEGAMENTI DI TERRA

Il quadro dovrà essere dotato di una sbarra principale di terra di rame nudo di dimensioni  $\geq 40 \times 5 \text{ mm}$ , ma comunque adeguate al livello di guasto effettivo presente nel quadro, con eventuali derivazioni ai fini di una più facile accessibilità, continua per tutta la lunghezza del quadro e suddivisa in tronchi per ogni scomparto.

Ogni apparecchiatura di manovra ed/od interruzione estraibile e/o asportabile dovrà essere corredata di contatti che garantiscono con continuità la messa a terra della stessa durante la traslazione e nelle posizioni di servizio, prova e sezionato.

I conduttori di terra, sia di protezione che funzionamento, dovranno avere sezione  $\geq 4 \text{ mm}^2$ , e sezione  $\geq 16 \text{ mm}^2$  per il collegamento a terra delle masse metalliche.

Non costituisce collegamento a terra l'unione a cerniera.

Le porte e lamiera non alloggianti apparecchiature, oppure alloggianti apparecchiature a bassissima tensione di sicurezza, non dovranno essere collegate a terra.

Sulla sbarra principale dovranno essere predisposti gli attacchi per le connessioni alla rete di terra esterna, in numero minimo di 1 per ogni scomparto e 2 per ogni quadro.

#### ILLUMINAZIONE INTERNA

Ogni cella o scomparto, se accessibili da porta o portella e se molto profondi, dovranno essere muniti di illuminazione interna a fluorescenza, azionata da interruttore sull'esterno della relativa porta o portella.

La sostituzione della lampadina dovrà poter avvenire senza mettere fuori servizio il quadro.

#### RESISTENZE ANTICONDENSA

Tutte le celle o scomparti, dovranno essere muniti di resistenze anticondensa opportunamente dimensionate con comando a termostato e alimentate dal circuito normale.

#### INTERBLOCCHI E SICUREZZE

Oltre agli interblocchi, sia meccanici che elettrici, evidenziati sulla documentazione tecnica, occorre predisporre tutti gli interblocchi necessari per garantire la sicurezza delle persone e di funzionamento del quadro, prediligendo ove possibile il blocco meccanico su quello elettrico. Subordinatamente al consenso di eventuali interblocchi, un'apparecchiatura di manovra ed/od interruzione:

- non è manovrabile nelle posizioni di traslazione o di messa a terra;
- è traslabile solo nella posizione di aperto;
- è chiudibile ed apribile nelle posizioni di inserito e sezionato;
- non è chiudibile nella posizione di inserito (servizio) se non sono attivi i suoi circuiti ausiliari di protezione.

Tutti i blocchi meccanici di sicurezza dovranno essere realizzati a sequenza obbligata ed a chiave estraibile solo in posizione di sicurezza.

Il grado di protezione a porte o portelle chiuse dovrà essere quello indicato sulle schede tecniche ed IP20 a porte o portelle aperte. Ogni apparecchiatura di manovra ed/od interruzione sezionabile deve essere corredata dei necessari diaframmi fissi e mobili e relativi rinvii automatici per la schermatura IP20 delle parti in tensione ad apparecchiatura non inserita.

Ogni linea d'arrivo, d'uscita, e su ogni sistema di sbarre principali, dovrà essere dotata di una terna di partitori capacitivi di tensione con relativa terna di segnalazione luminosa su fronte quadro.

#### PRESCRIZIONI PER LA POSA

Adossabile a parete, cavi dal basso, temperatura umidità, golfari di sollevamento

I quadri devono essere predisposti per essere con la parte posteriore adossati a parete.

L'ingresso dei cavi di potenza ed ausiliari sarà prevista dal basso.

Per il sollevamento e la posa di ogni scomparto od elemento di quadro suddiviso per trasporto, deve essere previsto un minimo di n. 4 golfari per ogni scomparto.

I golfari ad occhiello dovranno essere di tipo fisso smontabili; in ogni caso il Appaltatore dovrà garantire il grado di protezione IPXX, prescritto nelle schede tecniche, anche con i golfari rimossi o scomparsi.

#### COLLAUDI

In linea generale dovranno essere richiesti al Appaltatore i collaudi classificati come "prove di accettazione" dalla vigente normativa CEI ed IEC, da effettuare in fabbrica prima della spedizione ed in cantiere prima della messa in servizio.

Al fine di accertare l'andamento dei lavori e la rispondenza della fornitura alle prescrizioni di capitolato, il Committente si riserva di effettuare a proprie spese dei sopralluoghi periodici presso l'Appaltatore, e di esigere a spese del Appaltatore copia dei calcoli tecnici effettuati dall'Appaltatore.

Rimane comunque salva la facoltà del Committente di rifiutare la fornitura a fronte del non rispetto di anche una sola caratteristica o prestazione contrattuale.

Il Committente si riserva la facoltà di presenziare, in forma diretta o delegata, a tali collaudi. A tale fine, l'Appaltatore propone e concorda con il Committente un dettagliato programma, con un anticipo di almeno 30 giorni di calendario rispetto alla data proposta.

I collaudi dovranno essere effettuati con apparecchiature di prova, misurazione e collaudo (nel seguito denominate APMC) tarate utilizzate da personale addestrato all'uso.

Per ogni collaudo dovrà essere specificata ed individuata sulla documentazione la APMC utilizzata.

Lo stato di taratura delle APMC utilizzate e l'idoneità del personale all'uso delle APMC dovranno essere comprovate dai certificati e dai curriculum professionali del personale

incaricato. Detti documenti dovranno essere contenuti od allegati alla documentazione di collaudo.

Nessun certificato di collaudo sarà accettato in mancanza di tali documenti.

#### COLLAUDI PRESSO L'APPALTATORE

In fabbrica, prima della spedizione, sono richiesti i seguenti collaudi:

- esame a vista, con controllo delle caratteristiche geometriche e costruttive;
- verifica della rispondenza alle specifiche di capitolato ed ai disegni costruttivi;
- prova degli organi di manovra;
- misura della resistenza d'isolamento;
- prova a tensione nominale;
- prova di tensione applicata a 50 Hz per 60 s;
- prova dei circuiti ausiliari;
- prova della strumentazione di misura e dei relè di protezione;
- prova dei relè di protezione con cassetta prova relè.
- prova di corrente di breve durata
- prova di riscaldamento
- prova per dimostrare l' idoneità dei circuiti principali e di terra a sopportare la corrente di picco e la corrente di breve durata
- prova per la verifica del potere di stabilimento del sezionatore di terra
- prova per verificare la capacità di tenuta all' arco interno per tutte le unità funzionali tipiche del quadro.

#### COLLAUDI IN SITO

In cantiere, prima della messa in servizio, saranno richiesti i seguenti collaudi:

- prova meccanica degli organi di manovra;
- misura della resistenza d'isolamento;
- prova dei circuiti ausiliari (connessioni interpannelli);
- prova dei relè di protezione (dopo taratura) e verifica degli effettivi soglie/tempi di intervento.

#### PARTI DI RICAMBIO

##### RICAMBI INCLUSI NELLA FORNITURA

Per ogni quadro, l'Appaltatore dovrà includere nella fornitura una serie di parti minute di ricambio per la messa in servizio della fornitura, in quantità commisurata al numero dei pezzi montati come nel seguito richiesto.

- per ogni 4 parti minute montate è richiesto n.1 pezzo di ricambio;
- per i fusibili è richiesto il ricambio completo.

Per parti minute di ricambio si intendono lampadine e portalampadine, fusibili e portafusibili, pulsanti, deviatori e commutatori, contattori ausiliari, morsetti, similari.

Per i fusibili dovrà essere comunque sempre previsto nella fornitura un numero minimo di ricambi tali da consentire la sostituzione dell'intera serie impiegata (uno, coppia, terna) per ciascuno tipo e per ciascuno scomparto, alloggiati in un' idonea rastrelliera portafusibili ubicata nello scomparto interessato in posizione di sicuro e facile accesso.

I ricambi di cui sopra dovranno essere inclusi sempre nella Fornitura, imballati separatamente dalla fornitura, specificatamente indicati nei documenti di spedizione ed il relativo costo compreso nel prezzo forfettario.

L'elenco delle parti di ricambio incluse dovrà essere allegato al verbale di collaudo per la spedizione in cantiere della Fornitura

### RICAMBI NON INCLUSI NELLA FORNITURA

L'Appaltatore dovrà proporre una lista di parti di ricambio per un periodo di 2 anni dalla messa in servizio.

La quantità di ricambi dovrà essere commisurata al numero dei pezzi montati in osservanza alle prescrizioni delle case costruttrici dei vari componenti impiegati e dell'Appaltatore per i componenti di propria produzione.

La lista, oltre alla descrizione del componente ed al codice di acquisto del medesimo, deve contenere:

- le sigle di riferimento riportate sui disegni di progetto;
- la quantità totale utilizzata nell'intera fornitura;
- la quantità proposta a copertura degli anni di manutenzione indicati.

### ACCESSORI E VARIE

#### ACCESSORI

dovrà essere inclusa nella fornitura minimo una serie completa di attrezzi e/o componenti speciali di manovra necessari per l'esercizio del quadro e per la manutenzione ordinaria (leve, manovelle caricamolle, estrattori per fusibili, estrattori per lampadine, similari).

#### BLOCCHI MECCANICI A CHIAVE

L'Appaltatore dovrà predisporre su ogni quadro e su ogni apparecchiatura i blocchi a chiave necessari a realizzare gli interblocchi meccanici tra le varie cabine elettriche, per consentire le manovre manuali, nelle varie sezioni d'impianto, in assoluta sicurezza.

È consentito all'Appaltatore, a partire dall'elaborato grafico allegato alla presente specifica tecnica, di elaborare, modificare e integrare gli interblocchi meccanici per adattarli al proprio standard costruttivo fermo restando il rispetto della filosofia di funzionamento richiesta, la semplicità e la sicurezza.

#### SUPPORTI A PAVIMENTO

Per ogni quadro dovranno essere inclusi nella fornitura i supporti a pavimento.

I supporti dovranno essere costruiti con struttura metallica in profilati in acciaio zincato a fuoco dopo lavorazione, suddivisi in sezioni fra di loro componibili.

Per il corretto supporto e fissaggio del quadro, in corrispondenza di ogni scomparto, i supporti saranno muniti di traversine.

Per l'ancoraggio a pavimento su ferri base o con tasselli ad espansione, i supporti saranno dotati di asole parallele ai 4 lati.

Gli elementi verticali dei supporti saranno forati a passo modulare per permettere la messa a terra e l'applicazione di staffaggi per il supporto di eventuali vie cavi metalliche.

#### **RIF. NORME**

Quadro da realizzare secondo la norma NORMA CEI EN 62271-200

Unità LSC2 valido per tutti gli scomparti di media tensione

## **2.2 QUADRI DI MEDIA TENSIONE TIPO PROTETTO CE2 15KV**

### CARATTERISTICHE ELETTRICHE

- Tensione nominale isolamento 20kV
- Tensione nominale di esercizio 15kV
- Corrente di breve durata per 1s 12.5kA
- Corrente nominale delle sbarre In 630A
- Quadro di tipo protetto
- Isolamento in aria
- Interruttori rimovibili con isolamento in SF6

**Per le altre caratteristiche vale quando riportato per il quadro media tensione a 12kV**

## **2.3 TRASFORMATORI MEDIA - BASSA TENSIONE**

### GENERALITÀ

Tutti i materiali, i componenti, i prodotti, le apparecchiature, le forniture in genere e quanto altro utilizzato, forniti a fronte del presente Specifica tecnica dovranno essere nuovi, della migliore qualità in commercio, prodotti e lavorati a perfetta regola d'arte e dovranno risultare corrispondenti al servizio a cui sono destinati ed alle caratteristiche prestazionali richieste dall'opera compiuta di cui fanno parte integrante.

Il loro dimensionamento dovrà garantire il superamento di qualsiasi regime di funzionamento prevedibile, sia nominale che di guasto, sotto tutti i profili tecnici (meccanico, elettrico, termico, chimico, etc.), senza degradamento delle caratteristiche nominali.

I componenti dovranno avere elevate caratteristiche di comportamento in caso d'incendio, come la non propagazione della fiamma, la ridotta emissione di gas e fumi corrosivi, tossici ed opachi. L'attributo minimo richiesto è la caratteristica "autoestinguente".

Tutti i materiali e le forniture devono essere muniti di MARCHIO DI QUALITÀ secondo le UNI EN ISO 9001 e/o essere prodotti da Aziende certificate, e, per quanto utile, possedere Marchio CE secondo le Direttive CE 392/89 e successive modifiche ed integrazioni, ed essere conformi ai disposti di cui all'art. 6 del D. Lgs. n° 626/94.

Qualora non fosse possibile avere il Marchio di Qualità (forniture e/o apparecchiature prodotte con processi rispondenti alle UNI EN ISO 9001), i relativi materiali e le forniture, anche di provenienza e/o origine speciale, possono essere ammessi dopo essere stati sottoposti a prove e/o esami, il cui esito risulti positivo, condotti secondo norme e/o procedure unificate, standardizzate e/o omologate, nazionali o, in caso di carenza di queste ultime, europee o di paesi terzi.

Non sono ammesse deroghe e/o prove sostitutive per la rispondenza al Marchio CE.

### STRUTTURA MECCANICA

La struttura meccanica dovrà essere costruita in modo tale da permettere, senza deformazioni permanenti, il sollevamento e la traslazione del trasformatore completo, nonché il superamento di qualsiasi regime di funzionamento prevedibile, sia nominale che di guasto, senza degradamento delle caratteristiche nominali.

Tutti i volumi ed i componenti soggetti ad ispezione e manutenzione, ordinaria e straordinaria, devono essere accessibili e smontabili con normali attrezzi.

Tutte le minuterie e gli accessori metallici devono essere sottoposti ad adeguato trattamento di zincatura a fuoco.

### TRASPORTO

I trasformatori in resina anche se di costruzione robusta non possono sopportare colpi violenti o strappi esagerati nei golfari di sollevamento.

In fase di scarico di deve usare il tipo di fune appropriato come nella figura allegata dove la quota B deve essere maggiore della quota A .

Esternamente il trasformatore deve essere protetto con film in polietilene termoretrabile che lo proteggerà dalla pioggia, dalla polvere, e dall'eccessiva umidità.

Lo stoccaggio deve avvenire in un luogo asciutto.

### IL NUCLEO

Il nucleo dei trasformatori deve essere costituito con lamierino magnetico a grani orientati, ad alta permeabilità magnetica e a perdite specifiche isolato in ambi i lati da un sottile spessore in materiale inorganico (Carlyte).

Il taglio e la composizione devono essere del tipo a 45° a giunti intercalari con metodo “Step Lap”, in modo da ridurre le perdite a vuoto, la corrente a vuoto e la rumorosità del trasformatore.

Il numero di gradini e il valore di induzione devono essere ottimizzati in funzione della potenza del trasformatore.

Il serraggio deve essere ottenuto da profili d'acciaio zincato opportunamente dimensionati in grado di garantire robustezza e staticità adeguate per tutte le sollecitazioni derivanti dalle operazioni di trasporto e scarico, dagli sforzi elettrodinamici e dalle installazioni più difficili.

#### GLI AVVOLGIMENTI DI BASSA TENSIONE

Gli avvolgimenti di bassa tensione coassiali alla colonna del nucleo devono essere realizzati mediante lastra di alluminio isolati con materiale in classe F, impregnati sotto vuoto con vernici essiccanti al forno in classe H, ad altissima cementazione che conferisce alla bobina un ottimo isolamento a tenuta meccanica.

Gli avvolgimenti devono essere resinati sotto vuoto con resina epossidica.

La connessione tra il foglio di alluminio dell'avvolgimento e la barra del terminale deve essere fatta mediante saldatura automatica.

I terminali degli avvolgimenti ancorati meccanicamente ai serrapacchi devono risultare pratici, compatti e facilmente accessibili.

#### GLI AVVOLGIMENTI DI MEDIA TENSIONE

Gli avvolgimenti di media tensione devono essere costituiti da una serie di bobine sovrapposte e collegate secondo lo schema richiesto.

Utilizzando macchine automatiche che interavvolgono bandella in alluminio con dei film di isolante in classe F, deve essere garantito l'allineamento, la tensione di tiro dei due componenti e l'esatto numero di spire.

La resina usata per incapsulare gli avvolgimenti deve essere di tipo epossidico con carica di silicio e altri additivi.

Deve essere preparata con turbo miscelatori sotto vuoto e a temperatura controllata.

La colata deve essere fatta a valori di vuoto inferiori ad 1mBar per eliminare qualsiasi intrusione di gas.

Il ciclo di polimerizzazione, controllato e registrato via software, deve essere effettuato a due valori diversi di temperatura per garantire una corretta gelificazione e quindi polimerizzazione.

La bobina di alta tensione deve garantire quindi un'ottima resistenza alle variazioni di carico e sbalzi di temperatura ambiente, un'ottima resistenza a tutte le sostanze aggressive e al fuoco.

A differenza degli avvolgimenti tradizionali, fatti con avvolgimenti in filo, gli avvolgimenti fatti con bandelle di lastra devono avere un livello di scariche parziali inferiori ai 10pC, resistere meglio agli sforzi assiali dovuti al cortocircuito, con maggiore isolamento tra spire e quindi estrema sicurezza elettrica.

La regolazione della tensione primaria sarà effettuata direttamente sulla bobina mediante lo spostamento di una piastra in ottone nichelato.

Il collegamento tra le bobine deve essere fatto in tubo di rame isolato o mediante cavo di media tensione.

#### VERNICIATURA

Le parti metalliche dei trasformatori dovranno essere verniciate, con ciclo per clima mediterraneo e continentale, essenzialmente consistente in:

- una mano di fondo con pittura di tipo epossidico con catalizzatore, con pigmenti anticorrosivi;
- una mano intermedia con pittura vinil-alchidica con pigmenti anticorrosivi;

- due mani di finitura con colore normalizzato con pittura alchidico/siliconica, con pigmenti anticorrosivi;
- eventuali altri trattamenti, dovranno essere indicati dall'offerente.

### RUMORE

Il trasformatore, alimentato a tensione e frequenza nominali sulla presa centrale, sia a vuoto che a carico, non dovrà superare i livelli medi di pressione acustica indicati nelle schede tecniche

### FREQUENZE DI RISONANZA

I trasformatori dovranno essere inseriti in una rete di M.T. molto estesa e quindi con elevate capacità verso terra.

Durante le manovre di inserzione nella rete si potranno generare delle oscillazioni a frequenze elevate.

L'avvolgimento di M.T. dovrà presentare frequenze di risonanza proprie, rilevate sui punti critici dell'avvolgimento stesso (es.: prese di regolazione fuori carico) al di fuori dal campo sopra citato di frequenza tipico di una rete pubblica e con guadagni di tensione tali da non superare i livelli di isolamento previsti tra spire e verso massa.

### DISPOSIZIONE DEI TERMINALI

I terminali dovranno essere disposti sul lato superiore del trasformatore e contrassegnati in modo che guardando il trasformatore lato media tensione, sia rispettata la sequenza:

lato M.T.	1U 1V 1W
lato B.T.	2N 2U 2V 2W

I terminali saranno sopportati da isolatori con linea di fuga allungata.

Il collegamento lato M.T. sarà predisposto per capocorda; il collegamento B.T. sarà in piatto di rame.

### VENTILAZIONE NATURALE DEI LOCALI

Il raffreddamento deve avvenire con aria a circolazione naturale e/o forzata in base a quanto indicato nelle schede tecniche.

Per un corretto funzionamento del trasformatore deve essere garantita una corretta e naturale aerazione del locale.

Le condizioni di funzionamento del trasformatore dipendono dai materiali isolanti utilizzati e sono definiti dalle norme CEI 50541-1.

Sulle pareti contrapposte del locale trasformatore si devono realizzare delle finestre.

L'area utile in mq si ottiene dalla formula:

$$A = Ka \times P$$

Dove:

Ka= coefficiente ottenuto dalla tabella (mq/kW) del fornitore del trasfo

dT= differenza di temperatura tra la temperatura dell'aria in entrata e la temperatura dell'aria in uscita del locale (C°)

H= dislivello tra la finestra di areazione in alto e la mezzeria del trasformatore (mt)

P= perdite totali del trasformatore PFERRO+PCARICO= (kW)

Il trasformatore in resina ha una notevole inerzia termica e può sopportare situazioni di sovraccarico di breve durata anche notevoli.

La capacità di sovraccarico dipende dalla durata dello stesso, dal carico continuativo presente e dalla temperatura ambiente.

### CASSONETTO DI PROTEZIONE

I cassonetti di protezione sono realizzati per l'interno e per l'esterno e con grado di protezione desiderato.

Per i gradi di protezione IP20, IP23 e IP31 il trasformatore è in grado di erogare la stessa potenza senza particolari accorgimenti.

Il cassetto deve essere consegnato già montato con il trasformatore senza richiedere particolari perdite di tempo da parte dell'installatore.

La continuità elettrica tra tutte le parti metalliche del contenitore deve essere realizzata secondo norma.

La lamiera deve venire verniciata con vernici epossidiche del colore desiderato di elevata resistenza agli agenti atmosferici.

Deve essere prevista la zincatura a caldo di tutte le parti del cassetto.

Le aperture per l'entrata dei cavi devono essere previste sulla rete di fondo per i cavi di media tensione e dal tetto per l'ingresso dei cavi di bassa tensione.

#### COMMUTATORE DI PRESE

Sull'avvolgimento primario d'ogni colonna dovrà essere installato un commutatore a prese, montato su basetta, con piastre di connessione imbullonate.

La commutazione delle prese può essere eseguita esclusivamente a trasformatore disinserito dalla rete.

#### DISPOSIZIONE DEI TERMINALI

Oltre alla targa delle caratteristiche, prescritta dalle Norme CEI, ogni trasformatore ed ogni suo componente dovrà essere contrassegnato da targhetta indicatrice dedicata e riportante il codice di riferimento univoco riportato sui relativi schemi.

La targhetatura deve essere realizzata con targhetta metallica inossidabile incisa, avvitata e rivettata.

Tutti i terminali devono portare il contrassegno della fase d'appartenenza e della funzione di neutro.

#### CIRCUITI AUSILIARI

I circuiti ausiliari dovranno essere centralizzati in cassetta morsettiera installata sul trasformatore ed avente grado di protezione IP55.

Tutta la cassetta relativa ai circuiti ausiliari dovrà avere l'isolante adatto a resistere a temperature fino a 140°C, non propagante l'incendio protetta contro danneggiamenti accidentali.

#### CENTRALINA PER TERMORESISTENZE

La centralina per termo resistenze dovrà consentire il controllo della temperatura di tutte e tre le fasi e del nucleo.

Il controllo elettronico della temperatura dovrà essere ottenuto mediante termosonde PT100 (100 Ohm a 0°C).

N.3 sensori nell'avvolgimento bassa tensione.

N.1 sensore termometrico nel nucleo magnetico.

La centralina dovrà visualizzare la massima temperatura presente nelle tre fasi.

Tuttavia l'operatore deve poter sondare le temperature di tutte e tre le fasi con sequenza logica.

La funzione Allarme-Sgancio deve essere ottenuta con contatti elettrici in scambio (Apertura/chiusura).

Le temperature d'intervento devono poter venire scelte dall'operatore, tuttavia non devono superare i 90°C per l'allarme e i 120°C per lo sgancio.

Deve inoltre essere disponibile un contatto per comandare eventuali ventilatori di raffreddamento.

La portata dei contatti deve essere 5A 250V.

L'alimentazione dovrà essere universale. (24-250V) CA-CC

#### DATI FUNZIONALI

Il trasformatore dovrà poter funzionare in servizio continuo su qualunque presa alla potenza nominale e alle seguenti condizioni:

- con sovra temperature entro i limiti stabiliti dalle Norme CEI per la classe B: a frequenza nominale ed alla tensione corrispondente a quella della presa alimentata;
- con sovra temperature eccedenti di non oltre 5 gradi centigradi i limiti stabiliti dalle Norme CEI per la classe B: a frequenza nominale e tensione pari a 95% di quella della presa alimentata.

#### FUNZIONAMENTO A TENSIONE AUMENTATA

Il trasformatore, alimentato sulla presa principale con tensione pari a 110% della nominale, deve assorbire una corrente a vuoto non superiore al 200% di quella misurata in sede di prova a tensione nominale.

#### CORTO CIRCUITO

I trasformatori dovranno essere progettati e costruiti per resistere agli effetti termici e dinamici di corto circuito esterni senza riportare danneggiamenti.

I corto circuito esterni sono rappresentati da guasti trifase, tra due fasi e la terra, tra una fase e la terra ecc. ecc.

I trasformatori dovranno sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche conseguenti ad un corto circuito franco su terminale B.T. per la durata di 2 secondi con una tensione primaria pari al 10% della nominale.

I trasformatori di categoria 1 sono quelli con potenza massima fino a 3150kVA.

La corrente simmetrica di cortocircuito deve essere calcolata in base all'impedenza di corto circuito misurata dal trasformatore.

Il valore di cresta della corrente di corto circuito dovrà essere calcolato secondo le indicazioni della norma IEC 60076 art. 25.

#### PROVE DI ACCETTAZIONE

- Misura della resistenza degli avvolgimenti
- Misura del rapporto di trasformazione e controllo della polarità e dei collegamenti.
- Misura della tensione di corto circuito (presa principale), della impedenza di corto circuito e delle perdite nel ferro e nel rame a pieno carico;
- Misura delle perdite e delle correnti a vuoto.
- Prove d'isolamento sui circuiti di potenza.
- Prove d'isolamento sui circuiti ausiliari.
- Misura delle scariche parziali.
- Prove sui commutatori sottocarico, se installati.
- Misura del livello di rumore.
- Esame a vista.
- Controllo dimensionale.

Le prove sono da eseguire in conformità alle Norme CEI 14-4/3 con le seguenti puntualizzazioni:

#### Misura della resistenza ohmica degli avvolgimenti

##### norma IEC 60076-11 art.15

La misura deve essere effettuata col metodo voltamperometrico e con una precisione non inferiore allo  $\pm 0,5\%$ .

#### Misura dei rapporti di trasformazione

##### norma IEC 60076-11 art. 16

Deve essere eseguita la misura dei rapporti di trasformazione e la verifica dei diagrammi di connessione e dello spostamento angolare in corrispondenza di tutte le prese.

La misura deve essere effettuata col metodo potenziometrico e con una precisione non inferiore allo  $\pm 0,2\%$ .

Misura delle perdite a carico e della tensione di corto circuito  
norma IEC 60076-11 art. 17

La misura delle perdite deve essere effettuata mediante tre wattmetri con basso fattore di potenza e di classe non inferiore a 0,5; le loro indicazioni devono essere corrette per tenere conto degli errori di misura.

La tensione e le correnti devono essere misurate con strumenti almeno di classe 0,2.

I trasformatori di misura devono essere di classe 0,2 e i loro errori di rapporto e d'angolo devono essere noti con una precisione superiore a  $\pm 0,02\%$ .

Misura delle perdite a vuoto e delle correnti a vuoto  
norma IEC 60076-11 art. 18

Per la prova devono essere usati strumenti e trasformatori di misura della stessa classe di precisione prevista per la misura delle perdite a carico. La forma d'onda della tensione d'alimentazione deve essere sinusoidale; la distorsione massima emessa deve essere 5%.

Prove di tensione applicata  
norma IEC 60076-11 art. 19

Sono prescritte la prova di tensione applicata e la prova di tensione indotta. La prova di tensione applicata deve essere conforme ai livelli indicati nelle prescrizioni costruttive.

Esame a vista

Deve essere controllata la buona esecuzione della macchina, la corrispondenza delle targhe, le prese di terra.

Controllo dimensionale

Devono essere controllate tutte le dimensioni verificando la rispondenza al disegno esecutivo.

PROVE DI TIPO/SPECIALI

Il trasformatore deve essere sottoposto alle prove di tipo secondo le regole fondamentali:

- Tensione di tenuta costituente il livello d'isolamento
- Tensione massima 12kV
- Tensione nominale di tenuta e di breve durata a frequenze industriali (valore efficace) 50kV
- Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico (valore di cresta) 95kV

PRESCRIZIONI RELATIVE ALL'ISOLAMENTO E ALLE PROVE D'ISOLAMENTO –  
AVVOLGIMENTI AD ISOLAMENTO UNIFORME CON UM<320KV

- Le tensioni nominali di tenuta dell'avvolgimento sono:
- Una tensione di tenuta a frequenza industriale di breve durata secondo la norma CEI 14-4/3
- Una tensione di tenuta ad impulso atmosferico per i terminali di linea secondo la norma CEI 14-4/3
- Una prova con tensione applicata a frequenza industriale (prova d'accettazione):
- questa prova ha lo scopo di verificare la tenuta a frequenza industriale dell'avvolgimento verso massa o verso gli altri avvolgimenti;
- Una prova con tensione indotta (prova d'accettazione)
- questa prova ha lo scopo di verificare la tenuta a frequenza industriale dell'avvolgimento lungo l'avvolgimento stesso e tra le fasi;
- Una prova ad impulso atmosferico ad onda piana applicato ai terminali di linea (prova di tipo).
- questa prova ha lo scopo di verificare la tenuta all'impulso di ciascun terminale di linea verso massa, verso gli altri avvolgimenti e lungo l'avvolgimento in prova.

TENUTA ALLE SOLLECITAZIONI SISMICHE

Il luogo d'installazione non prevede particolari accorgimenti per le sollecitazioni sismiche.

EQUIPAGGIAMENTI AUSILIARI

- Il trasformatore deve essere equipaggiato con sei rilevatori di temperatura del tipo a termosonda, antinduttiva, Pt 100 a 0°C, in accordo con IEC 751 con elemento doppio (1 di riserva), classe di precisione A installate come segue:
- n. 6 negli avvolgimenti bt (due per fase).
- Tutti i collegamenti delle termosonde devono essere riportati nella cassetta di centralizzazione da installare nella parte bassa del trasformatore.
- La connessione dei conduttori alle morsettiere devono essere eseguiti con terminali preisolati a compressione.
- N° 1 apparecchiatura per la protezione contro il sovraccarico termico, in grado di fornire le seguenti prestazioni:
- visualizzazione della temperatura di ciascuna colonna, una centralina apposita;
- invio di un segnale di allarme a una centralina apposita e contemporaneo distacco del trasformatore dalla rete per la temperatura oltre i limiti;
- pilotaggio del sistema di raffreddamento forzato (ventilatore di cella predisposto dalla Committente);
- autodiagnosi dei circuiti elettronici.
- L'avvolgimento lato MT deve essere dotato di 3 terminazioni per terminali ad innesto rapido, tipo "Elastimold" completi di parti fisse e parti mobili adatte al cavo ad isolamento estruso da 70mm<sup>2</sup>.
- I rulli di scorrimento del trasformatore devono essere smontabili ed orientabili e devono avere l'interasse fissato dalle Norme UNEL 21002-74.
- Il trasformatore deve essere inoltre dotato di golfari di sollevamento.
- Dotazione completa di :
- 4 rulli di scorrimento orientabili a 90°
- 4 golfari di sollevamento
- ganci di traino del carrello
- 2 morsetti di messa a terra
- 2 targhe delle caratteristiche
- barre di collegamento media tensione con forature per passaggio cavi
- morsettiera di regolazione tensione con primaria
- terminali piatti lato BT
- morsettiera esterna per: sensori di temperatura
- certificato di collaudo
- disegno di assieme
- libretto di istruzioni
- schema della morsettiera.

TRASFORMATORE A SECCO 630kVA 5,5-0,4kV CON AVVOLGIMENTI INGLOBATI IN RESINADATI NOMINALI PRINCIPALI

Tipo di servizio	S1 (continuo) a piena potenza nominale
Numero di fasi	3
Numero di avvolgimenti	2
Potenza nominale S <sub>n</sub>	630kVA
Tensioni nominali:	

avvolgimento MT $U_{1n}$	V 5500
avvolgimento BT $U_{2n}$ a vuoto	V 400/230
Commutazione della tensione	a vuoto
Frequenza	Hz 50
Raffreddamento	AN
Installazione	interna

**CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE**

Materiale degli avvolgimenti AT/BT	rame /rame
Tipo di isolante	resina
Classe isolamento primario	F
Classe isolamento secondario	F

**CARATTERISTICHE ELETTRICHE**

Collegamento interno	Dyn11
Prese di regolazione a vuoto:	
numero di prese	5
tensione di gradino	V 2,5%
Tensioni massime:	
avvolgimento MT (val. efficace) $U_{1m}$	kV 10
avvolgimento BT (val. efficace) $U_{2m}$	kV 0,4
circuiti ausiliari (val. efficace)	kV 1
Livelli di isolamento:	
avvolgimento MT	
tensione di tenuta alla frequenza industriale (val. efficace)	kV 50
tensione di tenuta all'impulso atmosferico (val. di picco)	kV 125
avvolgimento BT	
tensione di tenuta alla frequenza industriale (val. efficace)	kV 3
Tensione di corto circuito $U_{cc}$	
sulla presa centrale	% 6
Classe ambientale	E2
Classe climatica	C2
Comportamento al fuoco	F1
Livello rumore massimo	dB(A)62
Corrente magnetizzante	0,9%
Perdite a vuoto	1100W
Perdite a carico	7100W

**TRASFORMATORE A SECCO 250kVA 15-0,4kV CON AVVOLGIMENTI INGLOBATI IN RESINA****DATI NOMINALI PRINCIPALI**

Tipo di servizio	S1 (continuo) a piena potenza nominale
Numero di fasi	3
Numero di avvolgimenti	2
Potenza nominale $S_n$	250kVA
Tensioni nominali:	
avvolgimento MT $U_{1n}$	V 15.000
avvolgimento BT $U_{2n}$ a vuoto	V 400/230
Commutazione della tensione	a vuoto
Frequenza	Hz 50
Raffreddamento	AN
Installazione	interna

**CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE**

Materiale degli avvolgimenti AT/BT	rame /rame
Tipo di isolante	resina
Classe isolamento primario	F
Classe isolamento secondario	F
<b>CARATTERISTICHE ELETTRICHE</b>	
Collegamento interno	Dyn11
Prese di regolazione a vuoto:	
numero di prese	5
tensione di gradino	V 2,5%
Tensioni massime:	
avvolgimento MT (val. efficace) $U_{1m}$	kV 17,5
avvolgimento BT (val. efficace) $U_{2m}$	kV 0,4
circuiti ausiliari (val. efficace)	kV 1
Livelli di isolamento:	
avvolgimento MT	
tensione di tenuta alla frequenza industriale (val. efficace)	kV 50
tensione di tenuta all'impulso atmosferico (val. di picco)	kV 125
avvolgimento BT	
tensione di tenuta alla frequenza industriale (val. efficace)	kV 3
Tensione di corto circuito $U_{cc}$	
sulla presa centrale	% 6
Classe ambientale	E2
Classe climatica	C2
Comportamento al fuoco	F1
Livello rumore massimo	dB(A)62
Corrente magnetizzante	1,2%
Perdite a vuoto	520W
Perdite a carico	3400W

**2.4 CENTRALINE DI CONTROLLO TEMPERATURA TRASFORMATORI**

Di tipo completamente elettronico con visualizzazione dei valori rilevati dalle sonde di temperatura.

- Quattro sonde (una per colonna e una sul nucleo magnetico), montate sul trasformatore con cassetta di interconnessione con le linee ausiliarie in cavo.
- Ogni sensore termometrico collegato mediante cavo schermato e conduttori twistati, separati dai conduttori di potenza (MT/BT).
- Sezione minima conduttori:
  - 1) fino a m 10 sez. 0,75 mm<sup>2</sup>;
  - 2) fino a m 20 sez. 1,0 mm<sup>2</sup>;
  - 3) oltre i m 20 sez. 1,5 mm<sup>2</sup>.
- Nel caso di rottura di una delle sonde segnale di “guasto” sulla centralina con lampeggio del led corrispondente.
- Segnale di allarme acustico-luminoso e inserzione ventilazione forzata nel caso di 1° livello di segnalazione, segnale di allarme e sgancio nel caso di 2° livello.

Caratteristiche tecniche centralizza:

- esecuzione da quadro;
- circuito di autodiagnosi;

- compensazione cavi sonde;
- protezione contro i disturbi elettrici e magnetici;
- controllo della temperatura da almeno -10 a 200 °C;
- quattro relè di segnalazione (3 per sonde - uno per guasto);
- alimentazione universale;
- circuito di prova spie;
- display temperature;
- diagnostica allarmi;
- diagnostica sonde;
- indicazione automatica del canale più caldo;
- memoria degli eventi e della max temperatura raggiunta;
- porta elettronica a microprocessore;
- protezione con scaricatori elettronici.
- Combinatori telefonici
- Tipo a microprocessore
- Due canali di trasmissione per due distinti messaggi
- Memorizzazione non volatile di tutti i parametri programmati senza l'uso di alcuna batteria tampone
- Generazione automatica delle pause tra il prefisso e il numero telefonico
- Protezione contro le scariche atmosferiche
- Trasformatore di alimentazione SELV 230V/12V

## 2.5 RELÈ DI PROTEZIONE 50-51-51-67N MEDIA E BASSA TENSIONE

Dati nominali e riferimenti normativi

Le apparecchiature di protezione dovranno essere del tipo a microprocessore con le seguenti caratteristiche:

- Struttura compatta;
- Funzioni protettive selezionabili;
- Taratura facilitata da programma su Personal Computer (MMC)
- Segnali di processo completamente digitali;
- Autodiagnostica completa e continua;
- Controllo ciclico del S/W;
- Taratura dei parametri e registrazione delle tarature;
- Visualizzazione dei valori misurati, eventi ed allarmi;
- Comunicazione seriale con a disposizione le informazioni/assistenza sul protocollo per l'interfacciamento del sistema di controllo centrale;
- Sincronizzabili esternamente per realizzazione della funzione RCE con risoluzione di 1ms.;

Dovrà quindi essere possibile selezionare e programmare i seguenti parametri:

- Canali d'ingresso;
- Soglie d'intervento;
- Ritardi;
- Caratteristiche d'intervento;
- Segnali logici di controllo;
- Dovrà altresì essere prevista la possibilità di bloccare, via SW, ciascuna funzione di protezione tramite un segnale digitale.

- La taratura, l'elenco dei parametri, la lettura degli eventi e la visualizzazione delle misure dovranno essere realizzate tramite un programma SW dedicato che dovrà essere caricato su un normale Personal Computer.
- Il programma d'interfaccia utente dovrà essere di facile comprensione e utilizzo.
- Dovrà essere possibile anche una stampa delle funzioni di protezione impostate e dei loro relativi valori di taratura.
- Le protezioni in oggetto dovranno essere dotate di porta di comunicazione seriale con convertitore elettrico-ottico per la trasmissione delle misure analogiche, stati, segnalazioni e comandi. Dovranno essere previsti ingressi digitali, dotati anche di foto accoppiatori ed ingressi analogici.
- Un alto grado di protezione interna dovrà essere assicurato da una continua autodiagnostica. Eventuali guasti di HW dovranno essere immediatamente segnalati all'operatore per mezzo di un contatto.
- Anche l'alimentazione dovrà essere possibile controllarla tramite un HW speciale.
- La corretta operatività delle protezioni e le relative tolleranze verranno controllate tramite un valore di tensione di riferimento.
- Un algoritmo SW dovrà poter controllare continuamente la memoria del processore e la corretta operatività del programma SW dovrà poter essere controllata da un WACTH-DOG.
- assistenze
- Rientrano negli oneri dell'Appaltatore l'assistenza al montaggio e l'assistenza all'ordine della fornitura.
- L'attività di Commissioning avviene in presenza del Responsabile del Committente o di suoi tecnici rappresentanti specializzati allo scopo delegati.
- messa in servizio
- Rientra negli oneri dell'Appaltatore la messa in servizio della fornitura, o di ciascun componente la stessa, comprensiva della messa a punto finale, comprese regolazioni, tarature dei valori d'intervento delle protezioni, similari.
- La messa in servizio avviene in presenza del Responsabile del Committente o di suoi tecnici rappresentanti specializzati allo scopo delegati.
- La messa in servizio origina un verbale dedicato ma non costituisce a nessun effetto consegna provvisoria.

Nel periodo intercorrente fra la messa in servizio ed il collaudo provvisorio, rientra negli oneri del Appaltatore la prestazione di assistenza, con interventi del proprio personale, su semplice richiesta del Committente. Tale prestazione comprende la riparazione di guasti dovuti a difetti di materiali e/o di costruzione e/o d'installazione, con obbligo d'immediata sostituzione delle parti di fornitura dell'Appaltatore.

unità multifunzione a microprocessore

#### GENERALITÀ

- L'unità multifunzione dovrà essere di tipo numerico basata su microprocessore.
- Data l'importanza della funzione a cui devono assolvere dovranno essere costruite in modo da garantire l'affidabilità e la disponibilità di funzionamento, in particolare dovranno essere conformi alle normative vigenti sulla compatibilità elettromagnetica:
  - IEC 255-4 Tenuta dielettrica,
  - IEC 255-4 Impulso,
  - IEC 255-4 classe III Onda oscillatoria smorzata a 1 MHz,
  - IEC 801-4 classe > IV Transitori rapidi,
  - IEC 801-2 classe III Scariche elettrostatiche.
- Oltre alle funzioni di protezione e misura l'unità multifunzione dovrà essere dotata di funzioni quali:

- - auto test alla messa in servizio e autodiagnostica permanente, che consentano di verificare con continuità il buon funzionamento delle apparecchiature;
- - automatismi di scomparto, con i quali realizzare il controllo e il comando degli organi di manovra;
- - comunicazione via linea seriale dei dati e dei parametri dell'impianto ad un centro di controllo.

#### DESCRIZIONE

- Le unità multifunzione avranno struttura metallica, in modo da contrapporre una prima barriera agli eventuali disturbi, e potranno perciò essere installate direttamente sulla cella strumenti dello scomparto di media tensione.
- Tali unità multifunzione saranno alimentate da una sorgente ausiliaria (in c.c.), e saranno collegate al secondario dei TA e dei TV dell'impianto.
- Per facilitare le operazioni di montaggio e di verifica, le connessioni dei cavi provenienti dai TA e dei cavi verso la bobina di comando dell'interruttore e le segnalazioni saranno realizzate mediante connettori posteriori.

Anteriormente saranno presenti:

- una tastiera ed un visore per la lettura delle misure,
- dei parametri regolati e per l'interrogazione dell'elenco
- degli allarmi.

Sul fronte dell'unità si troveranno inoltre:

- indicatore di presenza tensione ausiliaria (gialla),
- indicatore di intervento della protezione (rosso),
- indicatore dello stato (aperto o chiuso) dell'interruttore comandato
- indicatore di anomalia dell'unità (rosso).
- La regolazione delle protezioni e l'inserimento dei parametri dell'impianto avverrà tramite un apposito terminale portatile e saranno accessibili solo dopo avere inserito il codice d'accesso.
- Sono da preferirsi unità multifunzione per le quali la regolazione delle soglie avviene direttamente in valori primari delle relative grandezze, corrente o tempo, queste unità risultano infatti di più semplice utilizzo e consultazione per l'operatore.

#### FUNZIONI DI PROTEZIONE

- Il numero e la tipologia delle funzioni di protezione che si dovranno realizzare dipenderanno dal tipo di applicazione a cui saranno destinate, in particolare potremo avere:
  - a) protezioni di corrente
  - a1) protezione di massima corrente di fase (bifase o trifase) 50, 51, 51N
  - Protezione contro i guasti di fase di linee e macchine elettriche dotata di due o più soglie di intervento
  - Tutte le soglie, saranno del tipo "multi curve", sarà cioè possibile scegliere di volta in volta la curva di intervento tra quelle sotto indicate:
    - intervento a tempo indipendente,
    - - intervento a tempo dipendente secondo la classificazione IEC 255-4 / BS 142: inverso,
    - molto inverso, estremamente inverso.
  - Campo di regolazione indicativo:
    - per la regolazione in corrente da 0,1 a 40 In
    - per la regolazione in tempo da 0,02 a 100 s (tempo indipendente)
    - a2) massima corrente omopolare a doppia soglia (50N+51N).
  - Dovrà essere prevista la possibilità di escludere una o più soglie a piacere.

- Protezione contro i guasti di terra di linee e macchine elettriche dotata di due o più soglie di intervento.
- Tutte le soglie saranno del tipo "multi curve", sarà cioè possibile scegliere di volta in volta la curva di intervento tra quelle sotto indicate.
- intervento a tempo indipendente,
- intervento a tempo dipendente secondo la classificazione IEC 255-4 / BS 142: inverso, molto inverso, estremamente inverso.
- Campo di regolazione indicativo:
- per la regolazione in corrente da 0,02 A a 10I<sub>0n</sub> primari
- per la regolazione in tempo da 0,02 a 100 s (tempo indipendente)
- FUNZIONI DI MISURA
- Le funzioni di misura che si dovranno realizzare sono:
- a) la misura delle tre correnti di fase,
- b) la misura della corrente omopolare,
- c) la misura delle correnti di intervento,
- d) la misura delle tre tensioni concatenate,
- e) la misura della frequenza,
- f) la misura della potenza attiva e reattiva e del fattore di potenza,
- g) la misura dell'energia attiva e reattiva,
- Tali misure saranno disponibili sul visore dell'unità direttamente in valori primari.
- FUNZIONI DI AUTOMATISMO
- Si tratta di funzioni accessorie normalmente svolte da relè ausiliari opportunamente cablati, ma che nel caso delle protezioni a microprocessore dovranno essere realizzate attraverso una opportuna programmazione delle stesse.
- In particolare tali funzioni tendono a migliorare il controllo sullo scomparto di media tensione e sull'interruttore, a ridurre i tempi di manutenzione e fuori servizio e a realizzare più efficacemente la selettività, degli automatismi base si dovranno prevedere i seguenti automatismi:
- a) la selettività logica o accelerata
- b) il controllo della bobina di apertura dell'interruttore,
- c) il controllo dello stato degli organi di manovra,
- d) il comando dell'interruttore in locale/distante,
- e) la ripetizione degli allarmi provenienti da pressostati, centraline termometriche ecc.
- FUNZIONI DI DIAGNOSTICA
- Dovranno essere continuamente controllati:
- l'unità di elaborazione,
- l'alimentazione ausiliaria,
- i parametri di regolazione delle protezioni,
- la memoria interna ed i cicli di calcolo,
- la linea di comunicazione seriale.
- - PROTEZIONE TRASFORMATORE
- Protezione numerica multifunzione di corrente di fase e di terra per applicazioni di BT: 50 - 51 - 50N - 51N - 67N
- FUNZIONI DI PROTEZIONE
- Tre soglie di massima corrente trifase (I>; I>>; I>>>).
- - Prima soglia a tempo indipendente o a tempo inverso multicurve (curve A, B, C, secondo IEC); seconda e terza soglia
- a tempo indipendente.

- - Terza soglia con funzione di rilevazione dell'inserzione (soglia x2 per t regolabile).
- Tre soglie di massima corrente omopolare (Io>; Io>>; Io>>>)
- - Prima soglia a tempo indipendente o a tempo inverso multicurve (curve A, B, C, secondo IEC); seconda e terza soglia a tempo indipendente.
- Tutte le uscite di allarme ritardabili.
- Funzione di mancata apertura interruttore.
- - Due gruppi di parametri di impostazione, commutabili durante il funzionamento.
- FUNZIONI DI MISURA
- Misura delle tre correnti di fase.
- Misura della corrente omopolare.
- Misura dei valori primari.
- Registrazione dei valori massimi.
- - Misura, calcolo e registrazione dell'indice di usura dei poli (KI2t) per la manutenzione dell' interruttore
- FUNZIONI DI REGISTRAZIONE
- Registrazione dei guasti (ultimi 8) con data e ora (AA/MM/GG - hh:mm:ss.mmm) e valori di guasto.
- Registrazione dei cambiamenti di stato logico (ultimi 32), comprese le soglie, gli ingressi digitali, i temporizzatori, con data e ora (AA/MM/GG - hh:mm:ss.mmm)
- Oscillografia con registrazione di tutti i segnali d'ingresso e degli stati logici correlati; possibilità di scelta della causa di trigger e della durata di registrazione prima e dopo il trigger (durata totale 2,5s)
- Memorizzazione su contatori e LED
- MONITORAGGIO E COMANDO INGRESSI DIGITALI E USCITE
- 3 ingressi liberamente configurabili (comandi, blocchi, possibilità di selettività logica).
- 6 relè di uscita di cui 1 per diagnostica e 5 liberamente assegnabili alle funzioni.
- 
- COMUNICAZIONE
- Porta seriale posteriore per collegamento a rete Lonworks™ ad 1.25 Mbit/s.
- In alternativa: porta seriale RS485 e protocollo Modbus.
- 
- INTERFACCIA OPERATORE
- Interfaccia locale con tastiera, visualizzatore retroilluminato LCD, 12 LED di cui 8 liberamente assegnabili alle funzioni.
- Interfaccia attraverso PC collegato alla porta seriale anteriore.
- Interfaccia remota attraverso rete locale.
- CARATTERISTICHE
- Corrente nominale In 1/5 A (20 A continui - 500 A per 1 s)
- Corrente nominale omopolare Ion 1/5 A (10 A continui - 100 A per 1 s)
- campi di misura: 0 - 90 In di picco
- 0 - 50 In rms
- 0 - 18 Ion di picco
- 0 - 10 Ion rms
- Frequenza nominale fn 50/60 Hz In TA di linea 10-10000 A

- Ion TA di linea 10-10000 A
- 0.10-5.00 In
- Tempo indipendente 0.02-600 s
- Tempo dipendente Curva A/B/C
- $K=0.01-30.00$
- $I>> 0.10-40.00$  In
- Tempo indipendente 0.02-99.99 s
- $I>>> 0.10-40.00$  In
- Tempo indipendente 0.02-99.99 s
- Tempo di raddoppio 0.02-99.99 s
- $I_o> 0.02-2.00$  Ion
- Tempo indipendente 0.02-600 s
- Tempo dipendente Curva A/B/C
- $K=0.01-30.00$
- $I_o>> 0.02-10.00$  Ion
- Tempo indipendente 0.02-99.99 s
- $I_o>>> 0.02-10.00$  Ion
- Tempo indipendente 0.02-99.99 s
- Alimentazione ausiliaria
- $U_{aux}: 19 \div 100$  Vcc
- $U_{aux}: 19 \div 72$  Vca
- $U_{aux}: 64 \div 300$  Vcc
- $U_{aux}: 64 \div 275$  Vca
- Consumo 5 W/10 W in c.c. 10VA/20VA in c.a.
- Contatti di uscita
- Corrente nominale 5 A
- Interruzione 110 Vc.c. -  $L/R=40$  ms - 0.3 A
- Chiusura e portata 30 A - 0.5 s
- Durata meccanica 106 manovre
- Norme di riferimento EN 60255-6 IEC 255

## 2.6 SCHERMATURA ELETTROMAGNETICA CABINE ELETTRICHE

Le cabine elettriche saranno schermate con piastre schermanti serie WPL:

- Materiale ad alta permeabilità magnetica composto da n.2 piastre sovrapposte dello spessore di 0,35mm
- Materiale ad elevata conducibilità elettrica di spessore 2mm

Il valore di induzione magnetica al quale ci si riferisce, durante la fase di progettazione dei sistemi schermanti, è quello del non superamento del limite istantaneo di  $100\mu\text{T}$  nelle zone di passaggio attigue ai locali tecnici, ed al tempo stesso quello dell'abbattimento dei valori di induzione al di sotto dell'obiettivo di qualità ( $3\mu\text{T}$ ) valido per ambienti caratterizzati dalla presenza di persone non professionalmente esposte per tempi non inferiori alle quattro ore giornaliere, secondo il DPCM 8/7/2003. Inoltre, secondo la norma CEI EN 61000-4, risulta necessario garantire dei valori al di sotto dei  $3,78\mu\text{T}$  per locali con presenza di apparecchiature elettroniche sensibili. Lo scopo della progettazione dei sistemi di schermatura è stato quello di proteggere i luoghi ed i locali circostanti le due cabine denominate CE1 e

CE2. Il Sistema schermante modulare Sati Shielding WPL o similare è costituito da piastre piane multistrato e multimateriale: ferromagnetico ad elevata permeabilità e conduttivo ad elevata conducibilità elettrica. Sono state create con l'idea di sovrapporre sui lati, agevolando l'accoppiamento meccanico e garantendo la continuità elettrica e ferromagnetica tra le medesime, permettendo il recupero delle tolleranze meccaniche naturali e agevolando l'operazione di saldatura quando richiesta. Le piastre piane dovranno essere fissate a parete tramite appositi fissaggi, a seconda delle zone da sottoporre a mitigazione.

Per garantire una superficie schermante complessiva più ampia possibile, il materiale ad alta conducibilità elettrica sarà posto a vista. Questo permetterà di effettuare la connessione delle varie piastre mediante saldatura non strutturale, in modo da ottenere una buona conducibilità elettrica del sistema schermante complessivo. La soluzione schermante proposta sarà da applicare a ridosso delle pareti di entrambe le cabine, per un'altezza di circa 2,5 metri.

## 2.7 QUADRI B.T.400V A PAVIMENTO IN CABINA ELETTRICA

### Dati nominali e riferimenti normativi

Il quadro dovrà essere del tipo a pavimento per interruttori scatolati e modulari, con grado di segregazione forma 2a secondo norma CEI 61439-1/2

Tensione nominale: 600V

Tensione di esercizio: 400V  $\pm$  10%

Frequenza nominale: 50 Hz

Temperatura media dell'aria: 35°C con variazioni comprese tra - 10°C e +40°C.

Grado di protezione IP4X sull'involucro metallico esterno e IP20 a portelle dei cassette aperte.

**Corrente di breve durata: 15kA per 1 sec.**

**Corrente di cresta: 40kA**

Sbarre: tripolari + neutro

Corrente nominale delle sbarre a 40°C temperatura ambiente: come da schema di progetto.

Le sbarre principali, quelle ausiliarie e le connessioni dovranno essere proporzionate in base alle norme DIN 43670 e 43671, e con riferimento alla temperatura aria ambiente di 35°C, in modo che nelle condizioni più critiche, la temperatura del conduttore non superi i 75°C. In offerta dovrà essere specificato il proporzionamento, la temperatura finale prevista ed i limiti di temperatura accettati dagli isolanti previsti.

La corrente nominale delle sotto sbarre collettrici derivate dalle sbarre omnibus, dovrà essere pari alla somma delle correnti nominali degli sganciatori degli interruttori alimentati.

La corrente nominale delle derivazioni ai singoli interruttori, dovrà essere uguale alla corrente nominale dell'interruttore.

Esecuzione conforme alle seguenti normative: CEI 61439-1/2; tipo AS, CEI 117-113/114/118

Per gli interruttori IEC 60947-1/2.

Ciascuno dei componenti o sottosistemi del quadro dovrà altresì essere corrispondente alle specifiche norme CEI di pertinenza;

### Caratteristiche costruttive

Il quadro sarà di tipo prefabbricato, per installazione all'interno, e sarà formato da colonne modulari. Ciascuna colonna sarà suddivisa in cunicoli completamente segregati tra loro, realizzata con profilati di lamiera di acciaio zincata e passivata, piegata a scatola con spessore di almeno 2 mm. e foratura modulare.

Le singole colonne saranno suddivise nelle seguenti zone integralmente e metallicamente segregate:

Sezione di potenza

Sezione di regolazione

Sezione di arrivo

Sezione di partenze

Ciascuna colonna dovrà essere opportunamente asolata sul fondo per il fissaggio a pavimento dei ferri di base.

Il grado di segregazione dovrà corrispondere alla forma 2a delle norme CEI 61439-1/2.

Il quadro deve potere essere addossato a parete.

#### Vano sbarre distribuzione generale

Le sbarre principali dovranno essere poste in un vano completamente segregato rispetto alle celle limitrofe.

Le sbarre dovranno essere costruite in rame elettrolitico.

Le sbarre dovranno essere ancorate e sostenute mediante l'impiego di setti reggisbarre in materiale isolate stampato (resina poliestere preimpregnata in fibra di vetro) ad elevate caratteristiche meccaniche di resistenza alla fiamma, che assicurino una perfetta tenuta agli sforzi elettrodinamici che potrebbero derivare dalle correnti di corto circuito dell'impianto per 1° secondo.

I setti separatori saranno previsti anche per le derivazioni sui cassettei.

#### Arrivo generale quadro

dovrà essere costituito da:

morsettiera circuiti ausiliari;

blocco meccanico portella.

La portella del cubicolo deve essere interbloccata con la manovra dell'interruttore in modo che:

non si possa aprire la portella se l'interruttore è chiuso;

non si possa chiudere l'interruttore se la portella è aperta.

I morsetti di ingresso dell'interruttore devono essere segregati con grado di protezione, a portella aperta, non inferiore ad IP20.

**A morsettiera dovranno essere riportati: le posizioni di interruttore, gli interventi e degli sganciatori dell'interruttore, dei fusibili o degli strumenti di misura.**

Tutti i circuiti ausiliari e di potenza devono garantire grado di protezione IP20 a portella del cassetto aperta.

#### Risalita cavi

A fianco della colonna deve essere prevista una risalita cavi segregata dalla zona sbarre, predisposta per il collegamento delle utenze ai singoli cassettei. Lo scomparto risalita cavi deve essere chiuso con lamiera rimuovibile soltanto a mezzo di attrezzi, e recare un cartello monitorio che segnala la necessità di aprire l'interruttore generale (bloccando con lucchetto) prima di rimuovere la lamiera del vano risalita cavi. Il grado di protezione e lamiera rimossa deve comunque risultare IP2X.

#### Partenze e regolazione

Dovranno essere costituiti da:

morsettiera circuiti ausiliari;

morsetti di ingresso dell'interruttore segregati con grado di protezione, a portella aperta, non inferiore ad IP20.

**A morsettiera dovranno essere riportati: le posizioni di interruttore, gli interventi e degli sganciatori dell'interruttore, dei fusibili o degli strumenti di misura.**

Tutti i circuiti ausiliari e di potenza devono garantire grado di protezione IP20 a portella del cassetto o pannello aperta.

#### Cavetteria e circuiti ausiliari

Tutti i circuiti dovranno essere realizzati con conduttori flessibili di sezione non inferiore a 2,5mmq. L'isolamento dei conduttori dovrà essere eseguito con materiale termoplastico grado di isolamento 3kV e non propagante l'incendio secondo norme CEI 20-22.

I conduttori dei circuiti ausiliari in corrispondenza delle apparecchiature a cui si collegano dovranno essere contrassegnati in numeri riportanti il filo indicato sullo schema funzionale, in corrispondenza delle morsettiere e saranno aggiunti i numeri del morsetto a cui i conduttori si collegano.

Il supporto isolante dei morsetti sarà in materiale incombustibile e non igroscopio. Il serraggio dei terminali nel morsetto sarà di tipo antivibrante.

**A morsettiere dovranno essere disponibili tutti i comandi, gli stati e gli allarmi di ogni singolo interruttore.**

Ogni sezione di quadro dovrà essere equipaggiata con un trasformatore di isolamento o di sicurezza a CEI 96-2 di potenza tale da poter alimentare ciascuno l'intero carico dei circuiti ausiliari del quadro intero.

#### Connessione a terra

La sbarra di terra del quadro dovrà collegare l'intera struttura e dovrà essere imbullonata alla intelaiatura di ciascun gruppo di unità; la suddetta sbarra sarà connessa alla sbarra di terra di cabina con corda giallo-verde N07V-K da 25mm.

La sbarra in oggetto dovrà essere termicamente e meccanicamente proporzionata per la corrente di breve durata e di cresta specificate in precedenza. La sezione minima di detta sbarra non dovrà essere inferiore a 50mmq. Per le giunzioni, le derivazioni e gli ancoraggi alle strutture metalliche si dovranno usare almeno due bulloni.

Su ciascuna estremità della sbarra di terra si dovranno prevedere morsetti adatti al collegamento con le corde in rame previste per la connessione alla sbarra di terra del locale.

Tutte le portelle e le lamiere del quadro dovranno essere collegate alla struttura per mezzo di trecce in rame aventi sezione non inferiore a 16mmq.

#### Verniciatura

Tutta la struttura metallica degli scomparti dovrà essere opportunamente trattata e verniciata, in modo da offrire una ottima resistenza all'usura, secondo il ciclo seguente:

sgrassatura;

decappaggio;

zincatura elettrolitica;

passivazione;

essiccazione;

verniciatura a polvere epossidica polimerizzata a forno.

L'aspetto delle superfici dovrà essere semilucido, satinato.

Lo spessore minimo della finitura dovrà essere 50 micron.

Le superfici verniciate dovranno superare la prova di aderenza secondo le norme DIN 53151.

#### Strumenti di misura

Come da schema

#### Targhette di identificazione

Il quadro dovrà avere una targa di identificazione di altezza non inferiore a 50mm.

Tutti i cassetti o pannelli dovranno essere muniti di targhette sul fronte con l'identificazione del servizio a cui sono preposti.

#### Composizione

La composizione del quadro è illustrata sulla tavola di progetto.

#### Accessibilità

L'accessibilità del quadro deve avvenire dal fronte; il quadro deve poter essere appoggiato a parete.

## Documentazione

Dovrà essere fornita la documentazione definita nella tabella della CEI 61439-1/2.

## 2.8 QUADRI B.T.400V A PAVIMENTO NEI FABBRICATI

### Dati nominali e riferimenti normativi

Il quadro dovrà essere del tipo a pavimento per interruttori scatolati e modulari, con grado di segregazione forma 2a secondo norma CEI 61439-1/2

Tensione nominale: 600V

Tensione di esercizio: 400V  $\pm$  10%

Frequenza nominale: 50 Hz

Temperatura media dell'aria: 35°C con variazioni comprese tra - 10°C e +40°C.

Grado di protezione IP4X sull'involucro metallico esterno e IP20 a portelle dei cassette aperte.

**Corrente di breve durata: 10kA per 1 sec.**

**Corrente di cresta: 25kA**

Sbarre: tripolari + neutro

Corrente nominale delle sbarre a 40°C temperatura ambiente: come da schema di progetto.

Le sbarre principali, quelle ausiliarie e le connessioni dovranno essere proporzionate in base alle norme DIN 43670 e 43671, e con riferimento alla temperatura aria ambiente di 35°C, in modo che nelle condizioni più critiche, la temperatura del conduttore non superi i 75°C. In offerta dovrà essere specificato il proporzionamento, la temperatura finale prevista ed i limiti di temperatura accettati dagli isolanti previsti.

La corrente nominale delle sotto sbarre collettrici derivate dalle sbarre omnibus, dovrà essere pari alla somma delle correnti nominali degli sganciatori degli interruttori alimentati.

La corrente nominale delle derivazioni ai singoli interruttori, dovrà essere uguale alla corrente nominale dell'interruttore.

Esecuzione conforme alle seguenti normative: CEI 61439-1/2; tipo AS, CEI 117-113/114/118

Per gli interruttori IEC 60947-1/2.

Ciascuno dei componenti o sottosistemi del quadro dovrà altresì essere corrispondente alle specifiche norme CEI di pertinenza;

### Caratteristiche costruttive

Il quadro sarà di tipo prefabbricato, per installazione all'interno, e sarà formato da colonne modulari. Ciascuna colonna sarà suddivisa in cunicoli completamente segregati tra loro, realizzata con profilati di lamiera di acciaio zincata e passivata, piegata a scatola con spessore di almeno 2 mm. e foratura modulare.

Le singole colonne saranno suddivise nelle seguenti zone integralmente e metallicamente segregate:

Sezione di potenza

Sezione di regolazione

Sezione di arrivo

Sezione di partenze

Ciascuna colonna dovrà essere opportunamente asolata sul fondo per il fissaggio a pavimento dei ferri di base.

Il grado di segregazione dovrà corrispondere alla forma 2a delle norme CEI 61439-1/2.

Il quadro deve potere essere addossato a parete.

### Vano sbarre distribuzione generale

Le sbarre principali dovranno essere poste in un vano completamente segregato rispetto alle celle limitrofe.

Le sbarre dovranno essere costruite in rame elettrolitico.

Le sbarre dovranno essere ancorate e sostenute mediante l'impiego di setti reggisbarre in materiale isolate stampato (resina poliestere preimpregnata in fibra di vetro) ad elevate caratteristiche meccaniche di resistenza alla fiamma, che assicurino una perfetta tenuta agli sforzi elettrodinamici che potrebbero derivare dalle correnti di corto circuito dell'impianto per 1' secondo.

I setti separatori saranno previsti anche per le derivazioni sui cassettei.

#### Arrivo generale quadro

dovrà essere costituito da:

morsettiera circuiti ausiliari;

blocco meccanico portella.

La portella del cubicolo deve essere interbloccata con la manovra dell'interruttore in modo che:

non si possa aprire la portella se l'interruttore è chiuso;

non si possa chiudere l'interruttore se la portella è aperta.

I morsetti di ingresso dell'interruttore devono essere segregati con grado di protezione, a portella aperta, non inferiore ad IP20.

**A morsettiera dovranno essere riportati: le posizioni di interruttore, gli interventi e degli sganciatori dell'interruttore, dei fusibili o degli strumenti di misura.**

Tutti i circuiti ausiliari e di potenza devono garantire grado di protezione IP20 a portella del cassetto aperta.

#### Risalita cavi

A fianco della colonna deve essere prevista una risalita cavi segregata dalla zona sbarre, predisposta per il collegamento delle utenze ai singoli cassettei. Lo scomparto risalita cavi deve essere chiuso con lamiera rimuovibile soltanto a mezzo di attrezzi, e recare un cartello monitorio che segnala la necessità di aprire l'interruttore generale (bloccando con lucchetto) prima di rimuovere la lamiera del vano risalita cavi. Il grado di protezione e lamiera rimossa deve comunque risultare IP2X.

#### Partenze e regolazione

Dovranno essere costituiti da:

morsettiera circuiti ausiliari;

morsetti di ingresso dell'interruttore segregati con grado di protezione, a portella aperta, non inferiore ad IP20.

**A morsettiera dovranno essere riportati: le posizioni di interruttore, gli interventi e degli sganciatori dell'interruttore, dei fusibili o degli strumenti di misura.**

Tutti i circuiti ausiliari e di potenza devono garantire grado di protezione IP20 a portella del cassetto o pannello aperta.

#### Cavetteria e circuiti ausiliari

Tutti i circuiti dovranno essere realizzati con conduttori flessibili di sezione non inferiore a 2,5mmq. L'isolamento dei conduttori dovrà essere eseguito con materiale termoplastico grado di isolamento 3kV e non propagante l'incendio secondo norme CEI 20-22.

I conduttori dei circuiti ausiliari in corrispondenza delle apparecchiature a cui si collegano dovranno essere contrassegnati in numeri riportanti il filo indicato sullo schema funzionale, in corrispondenza delle morsettiere e saranno aggiunti i numeri del morsetto a cui i conduttori si collegano.

Il supporto isolante dei morsetti sarà in materiale incombustibile e non igroscopio. Il serraggio dei terminali nel morsetto sarà di tipo antivibrante.

**A morsettiere dovranno essere disponibili tutti i comandi, gli stati e gli allarmi di ogni singolo interruttore.**

Ogni sezione di quadro dovrà essere equipaggiata con un trasformatore di isolamento o di sicurezza a CEI 96-2 di potenza tale da poter alimentare ciascuno l'intero carico dei circuiti ausiliari del quadro intero.

#### Connessione a terra

La sbarra di terra del quadro dovrà collegare l'intera struttura e dovrà essere imbullonata alla intelaiatura di ciascun gruppo di unità; la suddetta sbarra sarà connessa alla sbarra di terra di cabina con corda giallo-verde N07V-K da 25mm.

La sbarra in oggetto dovrà essere termicamente e meccanicamente proporzionata per la corrente di breve durata e di cresta specificate in precedenza. La sezione minima di detta sbarra non dovrà essere inferiore a 50mmq. Per le giunzioni, le derivazioni e gli ancoraggi alle strutture metalliche si dovranno usare almeno due bulloni.

Su ciascuna estremità della sbarra di terra si dovranno prevedere morsetti adatti al collegamento con le corde in rame previste per la connessione alla sbarra di terra del locale.

Tutte le portelle e le lamiere del quadro dovranno essere collegate alla struttura per mezzo di trecce in rame aventi sezione non inferiore a 16mmq.

#### Verniciatura

Tutta la struttura metallica degli scomparti dovrà essere opportunamente trattata e verniciata, in modo da offrire una ottima resistenza all'usura, secondo il ciclo seguente:

sgrassatura;

decappaggio;

zincatura elettrolitica;

passivazione;

essiccazione;

verniciatura a polvere epossidica polimerizzata a forno.

L'aspetto delle superfici dovrà essere semilucido, satinato.

Lo spessore minimo della finitura dovrà essere 50 micron.

Le superfici verniciate dovranno superare la prova di aderenza secondo le norme DIN 53151.

#### Strumenti di misura

Come da schema

#### Targhette di identificazione

Il quadro dovrà avere una targa di identificazione di altezza non inferiore a 50mm.

Tutti i cassettei o pannelli dovranno essere muniti di targhette sul fronte con l'identificazione del servizio a cui sono preposti.

#### Composizione

La composizione del quadro è illustrata sulla tavola di progetto.

#### Accessibilità

L'accessibilità del quadro deve avvenire dal fronte; il quadro deve poter essere appoggiato a parete.

#### Documentazione

Dovrà essere fornita la documentazione definita nella tabella della CEI 61439-1/2.

## **2.9 QUADRI B.T.400V A PARETE NEI FABBRICATI**

#### Dati nominali e riferimenti normativi

Il quadro dovrà essere del tipo a pavimento per interruttori scatolati e modulari, con grado di segregazione forma 1a secondo norma CEI 61439-1/2

Tensione nominale: 600V

Tensione di esercizio: 400V  $\pm$  10%

Frequenza nominale: 50 Hz

Temperatura media dell'aria: 35°C con variazioni comprese tra – 10°C e +40°C.

Grado di protezione IP4X sull'involucro metallico esterno e IP20 a portelle dei cassette aperte.

**Corrente di breve durata: 6kA per 1 sec.**

**Corrente di cresta: 15kA**

Sbarre: tripolari + neutro

Corrente nominale delle sbarre a 40°C temperatura ambiente: come da schema di progetto.

Le sbarre principali, quelle ausiliarie e le connessioni dovranno essere proporzionate in base alle norme DIN 43670 e 43671, e con riferimento alla temperatura aria ambiente di 35°C, in modo che nelle condizioni più critiche, la temperatura del conduttore non superi i 75°C. In offerta dovrà essere specificato il proporzionamento, la temperatura finale prevista ed i limiti di temperatura accettati dagli isolanti previsti.

La corrente nominale delle sotto sbarre collettrici derivate dalle sbarre omnibus, dovrà essere pari alla somma delle correnti nominali degli sganciatori degli interruttori alimentati.

La corrente nominale delle derivazioni ai singoli interruttori, dovrà essere uguale alla corrente nominale dell'interruttore.

Esecuzione conforme alle seguenti normative: CEI 61439-1/2; tipo AS, CEI 117-113/114/118

Per gli interruttori IEC 60947-1/2.

Ciascuno dei componenti o sottosistemi del quadro dovrà altresì essere corrispondente alle specifiche norme CEI di pertinenza;

Caratteristiche costruttive

Il quadro sarà di tipo prefabbricato, per installazione all'interno, e sarà formato da colonne modulari. Ciascuna colonna sarà suddivisa in cunicoli completamente segregati tra loro, realizzata con profilati di lamiera di acciaio zincata e passivata, piegata a scatola con spessore di almeno 2 mm. e foratura modulare.

Il quadro sarà posizionato a parete.

Le sbarre dovranno essere costruite in rame elettrolitico.

Le sbarre dovranno essere ancorate e sostenute mediante l'impiego di setti reggisbarre in materiale isolate stampato (resina poliestere preimpregnata in fibra di vetro) ad elevate caratteristiche meccaniche di resistenza alla fiamma, che assicurino una perfetta tenuta agli sforzi elettrodinamici che potrebbero derivare dalle correnti di corto circuito dell'impianto per l' secondo.

Arrivo generale quadro

dovrà essere costituito da:

morsettiera circuiti ausiliari;

I morsetti di ingresso dell'interruttore devono essere segregati con grado di protezione, a portella aperta, non inferiore ad IP20.

**A morsettiera dovranno essere riportati: le posizioni di interruttore, gli interventi e degli sganciatori dell'interruttore, dei fusibili o degli strumenti di misura.**

Tutti i circuiti ausiliari e di potenza devono garantire grado di protezione IP20 a portella del cassetto aperta.

Risalita cavi

A fianco della colonna deve essere prevista una risalita cavi segregata dalla zona sbarre, predisposta per il collegamento delle utenze ai singoli cassette. Lo scomparto risalita cavi deve essere chiuso con lamiera rimovibile soltanto a mezzo di attrezzi, e recare un cartello monitorio che segnala la necessità di aprire l'interruttore generale (bloccando con lucchetto) prima di rimuovere la lamiera del vano risalita cavi. Il grado di protezione e lamiera rimossa deve comunque risultare IP2X.

Partenze e regolazione

Dovranno essere costituiti da:

morsettiera circuiti ausiliari;

morsetti di ingresso dell'interruttore segregati con grado di protezione, a portella aperta, non inferiore ad IP20.

**A morsettiera dovranno essere riportati: le posizioni di interruttore, gli interventi e degli sganciatori dell'interruttore, dei fusibili o degli strumenti di misura.**

Tutti i circuiti ausiliari e di potenza devono garantire grado di protezione IP20 a portella del cassetto o pannello aperta.

#### Cavetteria e circuiti ausiliari

Tutti i circuiti dovranno essere realizzati con conduttori flessibili di sezione non inferiore a 2,5mmq. L'isolamento dei conduttori dovrà essere eseguito con materiale termoplastico grado di isolamento 3kV e non propagante l'incendio secondo norme CEI 20-22.

I conduttori dei circuiti ausiliari in corrispondenza delle apparecchiature a cui si collegano dovranno essere contrassegnati in numeri riportanti il filo indicato sullo schema funzionale, in corrispondenza delle morsettiere e saranno aggiunti i numeri del morsetto a cui i conduttori si collegano.

Il supporto isolante dei morsetti sarà in materiale incombustibile e non igroscopio. Il serraggio dei terminali nel morsetto sarà di tipo antivibrante.

**A morsettiere dovranno essere disponibili tutti i comandi, gli stati e gli allarmi di ogni singolo interruttore.**

Ogni sezione di quadro dovrà essere equipaggiata con un trasformatore di isolamento o di sicurezza a CEI 96-2 di potenza tale da poter alimentare ciascuno l'intero carico dei circuiti ausiliari del quadro intero.

#### Connessione a terra

La sbarra di terra del quadro dovrà collegare l'intera struttura e dovrà essere imbullonata alla intelaiatura di ciascun gruppo di unità; la suddetta sbarra sarà connessa alla sbarra di terra di cabina con corda giallo-verde N07V-K da 16mm.

La sbarra in oggetto dovrà essere termicamente e meccanicamente proporzionata per la corrente di breve durata e di cresta specificate in precedenza. La sezione minima di detta sbarra non dovrà essere inferiore a 25mmq. Per le giunzioni, le derivazioni e gli ancoraggi alle strutture metalliche si dovranno usare almeno due bulloni.

Su ciascuna estremità della sbarra di terra si dovranno prevedere morsetti adatti al collegamento con le corde in rame previste per la connessione alla sbarra di terra del locale.

Tutte le portelle e le lamiere del quadro dovranno essere collegate alla struttura per mezzo di trecce in rame aventi sezione non inferiore a 6mmq.

#### Verniciatura

Tutta la struttura metallica degli scomparti dovrà essere opportunamente trattata e verniciata, in modo da offrire una ottima resistenza all'usura, secondo il ciclo seguente:

sgrassatura;

decappaggio;

zincatura elettrolitica;

passivazione;

essiccazione;

verniciatura a polvere epossidica polimerizzata a forno.

L'aspetto delle superfici dovrà essere semilucido, satinato.

Lo spessore minimo della finitura dovrà essere 50 micron.

Le superfici verniciate dovranno superare la prova di aderenza secondo le norme DIN 53151.

#### Strumenti di misura

Come da schema

### Targhette di identificazione

Il quadro dovrà avere una targa di identificazione di altezza non inferiore a 50mm.

Tutti i cassettei o pannelli dovranno essere muniti di targhette sul fronte con l'identificazione del servizio a cui sono preposti.

### Composizione

La composizione del quadro è illustrata sulla tavola di progetto.

### Accessibilità

L'accessibilità del quadro deve avvenire dal fronte; il quadro deve poter essere appoggiato a parete.

### Documentazione

Dovrà essere fornita la documentazione definita nella tabella della CEI 61439-1/2.

## **2.10 CENTRALINO DI PROTEZIONE**

### Dati nominali e riferimenti normativi

Il quadro dovrà essere del tipo a parete per interruttori modulari, con grado di segregazione forma 1a secondo norma CEI 61439-1/2

Tensione nominale: 600V

Tensione di esercizio: 400V  $\pm$  10%

Frequenza nominale: 50 Hz

Temperatura media dell'aria: 35°C con variazioni comprese tra - 10°C e +40°C.

Grado di protezione IP4X sull'involucro metallico esterno e IP20 a portelle dei cassettei aperte.

Corrente di breve durata: 4,5kA per 1 sec.

Corrente di cresta: 15kA

distribuzione: tripolari + neutro

Corrente nominale del cablaggio a 40°C temperatura ambiente: come da schema di progetto.

La corrente nominale delle derivazioni ai singoli interruttori, dovrà essere uguale alla corrente nominale dell'interruttore.

Esecuzione conforme alle seguenti normative: CEI 61439-1/2; tipo AS.

Per gli interruttori IEC 60947-1/2/.

Ciascuno dei componenti o sottosistemi del quadro dovrà altresì essere corrispondente alle specifiche norme CEI di pertinenza;

### Arrivo generale quadro

dovrà avere grado di protezione IP 20

morsettiera circuiti ausiliari;

morsetti di ingresso dell'interruttore devono essere segregati con grado di protezione, a portella aperta, non inferiore ad IP20.

### Partenze e regolazione

Dovranno essere costituiti da:

morsettiera circuiti ausiliari;

morsetti di ingresso dell'interruttore segregati con grado di protezione, a portella aperta, non inferiore ad IP20.

Tutti i circuiti ausiliari e di potenza devono garantire grado di protezione IP20 a portella del cassetto o pannello aperta.

### Cavetteria e circuiti ausiliari

Tutti i circuiti dovranno essere realizzati con conduttori flessibili di sezione non inferiore a 2,5mmq. L'isolamento dei conduttori dovrà essere eseguito con materiale termoplastico grado di isolamento 3kV e non propagante l'incendio secondo norme CEI 20-22.

I conduttori dei circuiti ausiliari in corrispondenza delle apparecchiature a cui si collegano dovranno essere contrassegnati in numeri riportanti il filo indicato sullo schema funzionale, in corrispondenza delle morsettiere e saranno aggiunti i numeri del morsetto a cui i conduttori si collegano.

Il supporto isolante dei morsetti sarà in materiale incombustibile e non igroscopio. Il serraggio dei terminali nel morsetto sarà di tipo antivibrante.

Ogni sezione di quadro dovrà essere equipaggiata con un trasformatore di isolamento o di sicurezza a CEI 96-2 di potenza tale da poter alimentare ciascuno l'intero carico dei circuiti ausiliari del quadro intero.

#### Connessione a terra

La sbarra di terra del quadro dovrà collegare l'intera struttura e dovrà essere imbullonata alla intelaiatura di ciascun gruppo di unità; la suddetta sbarra sarà connessa alla sbarra di terra di cabina con corda giallo-verde N07V-K da 6mm.

La sbarra in oggetto dovrà essere termicamente e meccanicamente proporzionata per la corrente di breve durata e di cresta specificate in precedenza. La sezione minima di detta sbarra non dovrà essere inferiore a 16mmq. Per le giunzioni, le derivazioni e gli ancoraggi alle strutture metalliche si dovranno usare almeno due bulloni.

Su ciascuna estremità della sbarra di terra si dovranno prevedere morsetti adatti al collegamento con le corde in rame previste per la connessione alla sbarra di terra del locale.

Tutte le portelle e le lamiere del quadro dovranno essere collegate alla struttura per mezzo di trecce in rame aventi sezione non inferiore a 6mmq.

#### Targhette di identificazione

Il quadro dovrà avere una targa di identificazione di altezza non inferiore a 50mm.

Tutti i cassettei o pannelli dovranno essere muniti di targhette sul fronte con l'identificazione del servizio a cui sono preposti.

#### Composizione

La composizione del quadro è illustrata sulla tavola di progetto.

#### Accessibilità

L'accessibilità del quadro deve avvenire dal fronte; il quadro deve poter essere appoggiato a parete.

#### Documentazione

Dovrà essere fornita la documentazione definita nella tabella della CEI 61439-1/2.

## **2.11 COMPLESSI DI RIFASAMENTO IN BASSA TENSIONE**

Generalità

Tensione di esercizio 400V

Tensione nominale 460V

Potenza riferita alla tensione nominale 75-100 kVAR

Tensione circuiti ausiliari 230V

THDI massima distorsione armonica in corrente ammessa sui condensatori 50 %

Corrente nominale 144A

Cavi di alimentazione 70mmq

Peso quadro elettrico 170kg

Complessi per il rifasamento inseriti in appositi armadi completamente indipendenti dai quadri di bassa tensione a cui sono associati, oppure integrati nei quadri, entro scomparti dedicati, segregati completamente, dimensionati per garantire un fattore di potenza non inferiore a 0.95 in ritardo, in tutte le condizioni di carico.

Caratteristiche costruttive e funzionali

- Ciascun complesso di rifasamento inserito in un armadio di tipo prefabbricato in serie (AS) in lamiera di acciaio verniciata, adatto per installazione all'interno, con grado di protezione non inferiore a IP3X.
  - Per le caratteristiche costruttive dell'armadio, dei cablaggi interni e dei componenti riferimento a quanto prescritto per i quadri elettrici di bassa tensione.
  - Dispositivi che limitino le correnti di inserzione dei condensatori ai valori massimi definiti nelle relative norme di riferimento.
  - Per la determinazione di tali dispositivi si deve tener conto:
    - delle condizioni più gravose di esercizio;
    - di eventuali ampliamenti;
    - di altri complessi eventualmente collegati in parallelo.
  - Complessi di rifasamento provvisti di resistenze di scarica incorporate.
  - Complessi di rifasamento completi di:
    - trasformatori di misura
    - protezioni
    - dispositivi di comando e di controllo per l'inserzione e lo stacco dei condensatori
    - cosfmetro
    - voltmetro con commutatore
    - amperometro (valore efficace della corrente) con commutatore
- Tipi ad inserzione fissa
- Complessi di inserzione ad inserimento manuale, costituiti da:
    - un organo di protezione ingresso
    - eventuale reattanza limitatrice della corrente di inserzione
    - batteria di condensatori
    - dispositivo di scarica
    - lampade di segnalazione presenza tensione
- Tipi ad inserzione automatica
- Costituiti da più unità o batterie di condensatori, inseribili o disinseribili tramite regolatore automatico in funzione della potenza reattiva assorbita dal sistema, completi di:
    - organo di protezione in ingresso
    - batterie di condensatori, per costituire i vari gradini di inserzione (almeno 5)
    - protezioni e contattore per ciascun gradino
    - regolatore automatico
    - dispositivi per il controllo automatico e per il comando dei gradini
    - sistema di ventilazione interno
    - induttanze di blocco di determinate armoniche (se richiesto dalle caratteristiche circuitali).
  - Possibilità di inserimento del primo gradino in modo autonomo dal processo automatico selezionato dal regolatore automatico tramite selettore automatico/manuale.
  - Potenza della batteria di condensatori del primo gradino, tale da avvicinarsi alla potenza a vuoto dissipata dal trasformatore o dai trasformatori, inseriti in parallelo, di alimentazione in modo da realizzare, con tale gradino, il condensatore fisso di rifasamento.
  - Caratteristiche del regolatore automatico
  - Regolatore completo di:
    - circuito amperometrico
    - circuito volmetrico
    - moltiplicatore corrente-tensione
    - regolatore di sensibilità
    - amplificatore di segnale

- dispositivo elettronico per la gestione delle batterie di condensatori
- comandi: automatico-manuale e inserzione-disinserzione dei condensatori.
- Caratteristiche principali del regolatore:
  - tensione di esercizio 400 V
  - corrente amperometrica 5A
  - tempo di risposta 20 secondi circa
- Caratteristiche delle batterie di condensatori
- Singole batterie di condensatori con le seguenti capacità:
  - Potenza nominale 75-100 kVAR
  - tensione di dimensionamento 460 V
  - tensione di esercizio 400 V
  - frequenza nominale 50 Hz
  - collegamenti a stella o triangolo
  - tensione di prova tra i terminali in c.a. per 10 secondi 3 kV
  - categoria di temperatura C
- Condensatori costruiti con dielettrico di tipo autorigenerabile, non inquinante e non contenente liquido.
- Perdite inferiori a 0,5 W/k VAR.
- Se installati all'interno di un quadro di bassa tensione, condensatori segregati dal resto del quadro.
- Condensatori dotati di dispositivo antiscoppio.
- Armoniche o risonanza
- Le componenti armoniche presenti in rete o generate da dispositivi inseriti nel progetto non devono causare riduzioni della vita media dei condensatori o causare anomalie nel funzionamento dei complessi di rifasamento.
- Complessi di rifasamento adatti a coesistere con gruppi statici di continuità, inseriti nel sistema elettrico.
- Modalità di posa
- Disposizione delle apparecchiature scelta in modo che:
  - il calore dei componenti sia smaltito senza danneggiare altri adiacenti
  - vi sia possibilità di ispezione visiva degli apparecchi di manovra;
  - siano facilmente accessibili i componenti interni, quali: relé, sganciatori, fusibili, indicatori luminosi, ecc.
- Le apparecchiature di protezione, le linee di collegamento, i dispositivi di manovra e più in generale i circuiti di potenza dimensionati per una corrente pari a 1,5 volte le correnti nominali delle batterie dei condensatori alimentate.
- Norme di riferimento:
  - CEI 17-13 per gli armadi
  - CEI 33-5 per i condensatori
  - Altre norme CEI applicabili per i componenti.

## 2.12 CAVO RG7H1OR 12 kV

Cavi per energia isolati con mescola elastomerica (G7) non propaganti l'incendio

Rif. Norme : CEI 20-13 CEI 20-35

Conduttori: in corda compatta rotonda di rame stagnato;

Isolamento: con mescola elastomerica di qualità G7;

Riempitivo: in materiale non sintetico e non igroscopico;

Guaina: in termoplastica speciale tipo G7;

Tensione nominale: 5,5kV  
temperatura massima di esercizio:90 °C  
Temperatura massima di corto circuito: 250 °C  
Formazioni: tripolari;  
Sezioni del o dei conduttori: 3x25mmq;  
Certificazioni richieste: marchio IMQ o equivalente, marchio CE,.  
Condizioni di posa  
Temperatura minima di installazione e maneggio: 0°C  
Raggio minimo di curvatura: m 0,5  
Posa in tubazioni, canaline e passerelle.  
**Impiego:**  
cabina 5.5kV  
Certificazione: Marchio CE o se previsto Marchio Italiano di qualità o Equivalente.

### 2.13 CAVO RG7H1OR 15-20kV

Cavi per energia isolati con mescola elastomerica (G7) non propaganti l'incendio  
Rif. Norme : CEI 20-13 CEI 20-35  
Conduttori: in corda compatta rotonda di rame stagnato;  
Isolamento: con mescola elastomerica di qualità G7;  
Riempitivo:in materiale non sintetico e non igroscopico;  
Guaina: in termoplastica speciale tipo G7;  
Tensione nominale: 15 kV  
temperatura massima di esercizio:90 °C  
Temperatura massima di corto circuito: 250 °C  
Formazioni: tripolari;  
Sezioni del o dei conduttori: 3x95mmq;  
Certificazioni richieste: marchio IMQ o equivalente, marchio CE,.  
Condizioni di posa  
Temperatura minima di installazione e maneggio: 0°C  
Raggio minimo di curvatura: m 0,83  
Posa in tubazioni, canaline e passerelle.  
**Impiego:**  
cabina 15kV  
Certificazione: Marchio CE o se previsto Marchio Italiano di qualità o Equivalente.

### 2.14CAVI FG16(O)M16 0,6/1 kV COLORE VERDE CIRCUITI NORMALI

Cavi per energia isolati con mescola elastomerica (G16) non propaganti l'incendio a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi flessibili in rame stagnato con barriera antifuoco.  
**Rif. Norme** : CEI 20-38;  
**Conduttori** : in corda flessibile di rame stagnato;  
**Barriera antifuoco:** in mica  
**Isolamento:** con mescola elastomerica di qualità G16;  
**Riempitivo:** in materiale non sintetico e non igroscopico;  
**Guaina:** in termoplastica speciale tipo M1;  
**Tensione nominale:** 0.6/1 kV  
**Tensione di prova:** 4 kV in c.a.

**temperatura massima di esercizio:** 90 °C

**Temperatura massima di corto circuito:** 250 °C

**Formazioni:** unipolari, bipolari, tripolari, quadripolari, pentapolari, multiple;

**Sezioni del o dei conduttori:** da 1,5 a 95 mmq;

**Certificazioni richieste:** marchio IMQ o equivalente, marchio CE,.

**Condizioni di posa**

Temperatura minima di installazione e maneggio: 0°C

Raggio minimo di curvatura: 12 volte il diametro esterno massimo

sforzo massimo di tiro: 50 N/mm<sup>2</sup>

Posa in tubazioni, canaline e passerelle.

**Impiego:**

Per i fabbricati

Indicato dove si renda garantire l'efficienza di tutti i sistemi di sicurezza anche durante l'evolversi di un incendio,:

Da utilizzare per gli impianti su indicati, quando non ci siano altre protezioni contro l'incendio;

**Certificazione:** Marchio CE o se previsto Marchio Italiano di qualità o Equivalente.

## 2.15 CAVI FG16(O)R16 0,6/1 kV COLORE GRIGIO CIRCUITI ALL'ESTERNO

**Rif. Norme :** CEI 20-22 / 20-37 / 20-13

Cavi per energia e segnalazione isolati in gomma etilenpropilenica di qualità G16, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi flessibili e rigidi.

**Conduttori:** in corda flessibile di rame ricotto o rigida di rame rosso;

**Isolamento:** in HEPR di qualità G16;

**Riempitivo:** in materiale non fibroso e non igroscopico;

**Guaina:** in PVC qualità RZ;

**Tensione nominale:** 0,6/1 kV

**Tensione di prova:** 4 kV in c.a.

**temperatura massima di esercizio:** 90 °C

**Temperatura massima di corto circuito:** 250 °C fino alla sez. di 240 mm<sup>2</sup>

**Formazioni:** unipolari, bipolari, tripolari, tetrapolari, pentapolari, multiple;

**Sezioni del o dei conduttori:** da 1,5 a 240 mm<sup>2</sup>;

**Certificazioni richieste:** marchio IMQ o equivalente,

**Condizioni di posa**

Temperatura minima di installazione e maneggio: 0°C

Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

sforzo massimo di tiro: 50 N/mm<sup>2</sup>

**Impiego:**

Nei locali tecnici e nei cavidotti

Indicato in luoghi all'interno, in ambienti anche bagnati ed all'esterno; per posa fissa su muratura e strutture metalliche, ammessa anche la posa interrata. Adatto per ambienti industriali e civili per impianti BT e trasporto di comandi e segnali.

**Certificazione:** Marchio CE o se previsto Marchio Italiano di qualità o Equivalente.

## 2.16 CAVI FS17 450-750V COLORE NERO MARRONE GRIGIO

**Rif. Norme :** CEI 20-22 / 20-37 / 20-13

Cavi per energia e segnalazione isolati in PVC di qualità S17, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi flessibili..

**Conduttori:** in corda flessibile di rame ricotto o rigida di rame rosso;

**Isolamento:** in PVC di qualità S17;

**Riempitivo:** in materiale non fibroso e non igroscopico;

**Guaina:** in PVC;

**Tensione nominale:** 750V

**Tensione di prova:** 3 kV in c.a.

**temperatura massima di esercizio:** 70 °C

**Temperatura massima di corto circuito:** 160°C

**Formazioni:** unipolari, bipolari, tripolari, tetrapolari, pentapolari, multiple;

**Sezioni del o dei conduttori:** da 1,5 a 240 mm<sup>2</sup>;

**Certificazioni richieste:** marchio IMQ o equivalente,

**Condizioni di posa**

Temperatura minima di installazione e maneggio: 0°C

Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

sforzo massimo di tiro: 50 N/mm<sup>2</sup>

**Impiego:**

Nelle tubazioni

Indicato in luoghi all'interno, per posa fissa su muratura e strutture metalliche, adatto per ambienti industriali e civili per impianti BT e trasporto di comandi e segnali.

**Certificazione:** Marchio CE o se previsto Marchio Italiano di qualità o Equivalente.

## 2.17 CAVI FG17 450-750V COLORE NERO MARRONE GRIGIO

**Rif. Norme :** CEI 20-22 / 20-38 / 20-13

Cavi per energia e segnalazione isolati in HEPR di qualità G17, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi flessibili..

**Conduttori:** in corda flessibile di rame ricotto o rigida di rame rosso;

**Isolamento:** in HEPR di qualità G17;

**Riempitivo:** in materiale non fibroso e non igroscopico;

**Guaina:** in HEPR;

**Tensione nominale:** 750V

**Tensione di prova:** 3 kV in c.a.

**temperatura massima di esercizio:** 70 °C

**Temperatura massima di corto circuito:** 250°C

**Formazioni:** unipolari, bipolari, tripolari, tetrapolari, pentapolari, multiple;

**Sezioni del o dei conduttori:** da 1,5 a 240 mm<sup>2</sup>;

**Certificazioni richieste:** marchio IMQ o equivalente,

**Condizioni di posa**

Temperatura minima di installazione e maneggio: 0°C

Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

sforzo massimo di tiro: 50 N/mm<sup>2</sup>

**Impiego:**

Nelle tubazioni

Indicato in luoghi all'interno, per posa fissa su muratura e strutture metalliche, adatto per ambienti industriali e civili per impianti BT e trasporto di comandi e segnali.

**Certificazione:** Marchio CE o se previsto Marchio Italiano di qualità o Equivalente.

## 2.18 CAVO FTG100M1-06/1kV COLORE BLU CIRCUITI DI SICUREZZA

**Rif. Norme :** CEI 20-38 20-45

Cavi per energia isolati con mescola elastomerica (G10) non propaganti l'incendio a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi flessibili in rame stagnato con barriera antifuoco.

**Conduttori:** in corda flessibile di rame stagnato;

**Barriera antifuoco:** in mica

**Isolamento:** con mescola elastomerica di qualità G10;

**Riempitivo:** in materiale non sintetico e non igroscopico;

**Guaina:** in termoplastica speciale tipo M1;

**Tensione nominale:** 0.6/1 kV

**Tensione di prova:** 4 kV in c.a.

**temperatura massima di esercizio:** 90 °C

**Temperatura massima di corto circuito:** 250 °C

**Formazioni:** unipolari, bipolari, tripolari, quadripolari, pentapolari, multiple;

**Sezioni del o dei conduttori:** da 1,5 a 95 mmq;

**Certificazioni richieste:** marchio IMQ o equivalente, marchio CE,.

**Condizioni di posa**

Temperatura minima di installazione e maneggio: 0°C

Raggio minimo di curvatura: 12 volte il diametro esterno massimo

sforzo massimo di tiro: 50 N/mm<sup>2</sup>

Posa in tubazioni, canaline e passerelle.

**Impiego:** per i circuiti di sicurezza

Indicato dove si renda garantire l'efficienza di tutti i sistemi di sicurezza anche durante l'evolversi di un incendio,:

Da utilizzare per gli impianti su indicati, quando non ci siano altre protezioni contro l'incendio;

**Certificazione:** Marchio CE o se previsto Marchio Italiano di qualità o Equivalente.

## 2.19 CAVO FG4OHM1-06/1 kV COLORE ROSSO RIVELAZIONE INCENDIO

**Rif. Norme :** CEI 20-36 – 20-105 V1 PH 30

Cavi per energia isolati con mescola elastomerica (G4) non propaganti l'incendio a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi flessibili in rame stagnato con barriera antifuoco.

**Conduttori:** in corda flessibile di rame stagnato;

**Barriera antifuoco:** in mica

**Isolamento:** con mescola elastomerica di qualità G4 C4 ( U0 400 ) ;

**Riempitivo:** in materiale non sintetico e non igroscopico;

**Guaina:** in termoplastica speciale tipo M1;

**Tensione nominale:** 100V

**Tensione di prova:** 2 kV in c.a.

**temperatura massima di esercizio:** 90 °C

**Temperatura massima di corto circuito:** 250 °C

**Formazioni:** bipolari;

**Sezioni del o dei conduttori:** da 1,5 a 6mmq;

**Certificazioni richieste:** marchio IMQ o equivalente, marchio CE,.

**Condizioni di posa**

Temperatura minima di installazione e maneggio: 0°C

Raggio minimo di curvatura: 12 volte il diametro esterno massimo

Posa in tubazioni, canaline e passerelle.

**Impiego:** per rivelazione incendio colore rosso

Indicato dove si renda garantire l'efficienza di tutti i sistemi di sicurezza anche durante l'evolversi di un incendio,;

Da utilizzare per gli impianti su indicati, quando non ci siano altre protezioni contro l'incendio;

**Certificazione:** Marchio CE o se previsto Marchio Italiano di qualità o Equivalente.

## 2.20 CAVO FG40M1-06/1kV COLORE VIOLA EVACUAZIONE INCENDIO PER INTERNO

**Rif. Norme :** CEI 20-36 –20-105 PH 30

Cavi per energia isolati con mescola elastomerica (G4) non propaganti l'incendio a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi flessibili in rame stagnato con barriera antifuoco.

**Conduttori:** in corda flessibile di rame stagnato;

**Barriera antifuoco:** in mica

**Isolamento:** con mescola elastomerica di qualità G4 C4 ( U0 400V) ;

**Riempitivo:** in materiale non sintetico e non igroscopico;

**Guaina:** in termoplastica speciale tipo M1;

**Tensione nominale:** 100V

**Tensione di prova:** 2 kV in c.a.

**temperatura massima di esercizio:** 90 °C

**Temperatura massima di corto circuito:** 250 °C

**Formazioni:** bipolari;

**Sezioni del o dei conduttori:** da 1,5 a 6mmq;

**Certificazioni richieste:** marchio IMQ o equivalente, marchio CE,.

**Condizioni di posa**

Temperatura minima di installazione e maneggio: 0°C

Raggio minimo di curvatura: 12 volte il diametro esterno massimo

Posa in tubazioni, canaline e passerelle.

**Impiego:** per allarme evacuazione

Indicato dove si renda garantire l'efficienza di tutti i sistemi di sicurezza anche durante l'evolversi di un incendio,;

Da utilizzare per gli impianti su indicati, quando non ci siano altre protezioni contro l'incendio;

**Certificazione:** Marchio CE o se previsto Marchio Italiano di qualità o Equivalente.

## 2.21 CAVO FTE40M1-06/1kV COLORE VIOLA EVACUAZIONE INCENDIO PER ESTERNO

**Rif. Norme :** CEI 20-36 –20-105 PH 120

Cavi per energia isolati con mescola elastomerica (TE4) non propaganti l'incendio a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi flessibili in rame stagnato con barriera antifuoco.

**Conduttori:** in corda flessibile di rame stagnato;

**Barriera antifuoco:** in mica

**Isolamento:** con mescola elastomerica di qualità TE4 C4 ( U0 400V) ;

**Riempitivo:** in materiale non sintetico e non igroscopico;

**Guaina:** in termoplastica speciale tipo M1;

**Tensione nominale:** 100V

**Tensione di prova:** 2 kV in c.a.

**temperatura massima di esercizio:** 90 °C

**Temperatura massima di corto circuito:** 250 °C

**Formazioni:** bipolari;

**Sezioni del o dei conduttori:** da 1,5 a 6 mmq;

**Certificazioni richieste:** marchio IMQ o equivalente, marchio CE,.

**Condizioni di posa**

Temperatura minima di installazione e maneggio: 0°C

Raggio minimo di curvatura: 12 volte il diametro esterno massimo

Posa in tubazioni, canaline e passerelle.

**Impiego:** per allarme evacuazione

Indicato dove si renda garantire l'efficienza di tutti i sistemi di sicurezza anche durante l'evolversi di un incendio,:

Da utilizzare per gli impianti su indicati, quando non ci siano altre protezioni contro l'incendio;

**Certificazione:** Marchio CE o se previsto Marchio Italiano di qualità o Equivalente.

## 2.22 CAVO H1Z2Z2-K COLORE NERO ROSSO BLU PER PANNELLI FOTVOLTAICI

**Rif. Norme :** CEI EN 50618

Cavi per energia isolati con mescola LSOH uso continuo a 120°C.

**Conduttori:** in corda flessibile di rame stagnato ricotto;

**Isolamento:** con mescola LSOH ;

**Riempitivo:** in materiale non sintetico e non igroscopico;

**Guaina:** in LSOH;

**Tensione nominale:** 1000AV-1500DC

**Tensione di prova:** 6,5 kV in c.a.

**temperatura massima di esercizio:** 120 °C

**Temperatura massima di corto circuito:** 250 °C

**Formazioni:** bipolari;

**Sezioni del o dei conduttori:** da 1,5 a 240mmq;

**Certificazioni richieste:** marchio IMQ o equivalente, marchio CE,.

**Condizioni di posa**

Temperatura minima di installazione e maneggio: -40°C + 90°C

Raggio minimo di curvatura: 12 volte il diametro esterno massimo

Posa in tubazioni, canaline e passerelle.

**Impiego:** per impianti fotovoltaici

Su canalette metalliche all'aperto;

**Certificazione:** Marchio CE o se previsto Marchio Italiano di qualità o Equivalente.

## 2.23 CAVO FIBRA OTTICA 4FO

**Rif. Norme :** ITU G.652 D OS2

Cavo Ottico momomodale (idoneo anche x interramento diretto) contenente 4 fibre ottiche monomodali SM, conforme allo standard internazionale ITU-T G.652 D OS2 Low Water Peak , di tipo loose SZ, con 1 tubetto contenente 4 fibre ottiche, guaina interna in polietilene, armatura metallica antiroditoro con struttura corrugata LIVELLO 3 nastro impermeabile WB , guaina esterna in LSZH HF1 colore nero, marcatura della guaina esterna (AUTOSTRADA A32)

**Impiego:** per impianto video sorveglianza

**Certificazione:** Marchio CE o se previsto Marchio Italiano di qualità o Equivalente.

## 2.24 CAVO FIBRA OTTICA 48FO TIPO PRISMIAN O EQUIVALENTE

**Rif. Norme :** ITU G.652 D OS2 IEC 60793-250 B1.1

Sigla TOL13D 48 4(12SMR) T/KH9E O VH9E

Cavo Ottico momomodale (idoneo anche x interramento diretto) contenente 48 fibre ottiche monomodali SM, conforme allo standard internazionale ITU-T G.652 D OS2 Low Water Peak , di tipo loose SZ, con 4 tubetti contenenti 12 fibre ottiche, guaina interna in polietilene, armatura metallica antiroditoro con struttura corrugata LIVELLO 3 nastro impermeabile WB , guaina esterna in LSZH HF1 colore nero, marcatura della guaina esterna (AUTOSTRADA A32)

Resistenza allo schiacciamento 3000 N/100mm

Resistenza alla percussione 10 N/m

**Impiego:** per impianti SITAF

**Certificazione:** Marchio CE o se previsto Marchio

## 2.25 CAVO FIBRA OTTICA 108FO TIPO PRISMIAN O EQUIVALENTE

**Rif. Norme :** ITU G.652 D OS2 IEC 60793-250 B1.1

Sigla TOL13D 108 12(8SMR) + 1(12SMR) T/KH9E O VH9E

Cavo Ottico momomodale (idoneo anche x interramento diretto) contenente 108 fibre ottiche monomodali SM, conforme allo standard internazionale ITU-T G.652 D OS2 Low Water Peak , di tipo loose SZ, con 12 tubetti contenenti 8 fibre ottiche + 1 tubetto con 12 fibre, guaina interna in polietilene, armatura metallica antiroditoro con struttura corrugata LIVELLO 3 nastro impermeabile WB , guaina esterna in LSZH HF1 colore nero, marcatura della guaina esterna (AUTOSTRADA A32)

Resistenza allo schiacciamento 3000 N/100mm

Resistenza alla percussione 10 N/m

**Impiego:** per impianti internazionale

**Certificazione:** Marchio CE o se previsto Marchio

## 2.26 TUBO ISOLANTE RIGIDO PIEGABILE A FREDDO LOCALI TECNICI

**Descrizione:** Tubo isolante rigido piegabile a freddo dotato di Marchio Italiano di qualità Serie rigida

Marcatura: IMQ

Colore: grigio

**Materiale:** termoplastico a base di cloruro di polivinile (PVC) rigido autoestinguento

Normativa: CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-1

Dati tecnici

Schiacciamento: superiore 750 N su 5 cm a 20 'C

Urto a freddo: a -5 °C con martello di 2 kg da 10 cm di altezza

Curvatura a freddo: a  $-5^{\circ}\text{C}$  eseguita con molla piegatubi in acciaio

Resistenza alla fiamma:autoestingente in meno di 30 sec.

Resistenza al calore: per 24 ore circa a  $60^{\circ}\text{C}$  mediante una pressione di 2 kg trasmessa da un tondino d'acciaio

**Resistenza al fuoco** : non inferiore a  $850^{\circ}\text{C}$  secondo IEC 695-2-1

Verifica spessore minimo: rigidità dielettrica superiore a 2000 V a 50 Hz, per 15 minuti

Verifica impermeabilità: resistenza di isolamento superiore a 100 Mohm per 500 V di esercizio,per 1 minuto

Diametri :20 – 25 – 32 – 40 - 50mm

### **Impiego**

Al piano ammezzato , locale quadri

Nelle applicazioni sottotraccia all'interno delle pareti e sotto

Nelle applicazioni a vista a parete e a soffitto.

Nelle applicazioni sottotraccia all'interno delle pareti e sotto i pavimenti.

Negli ambienti dove esiste potenzialmente il pericolo di esplosione e/o incendio (impianti elettrici del tipo AD-FE e AD FT secondo norme CEI 31-30)

**Certificazione:** Marchio CE o se previsto Marchio Italiano di qualità o Equivalente.

## **2.27 TUBO FLESSIBILE PESANTE INCASSATO PER FABBRICATI**

**Serie:** corrugata pesante – P

**Colore:** verde, nero, azzurro, blu, marrone. Lilla, bianco

**Marcatura:** IMQ – P ogni 150 cm

**Materiale:** termoplastico a base di cloruro di polivinile (PVC) autoestingente

**Normativa:** CEI 23-14 e varianti

### **Dati tecnici**

**Schiacciamento:** superiore 750 N su 5 cm a  $20^{\circ}\text{C}$

**Urto a freddo:**a  $-5^{\circ}\text{C}$  con martello di massa variabile con il diametro, previo condizionamento a  $+60^{\circ}\text{C}$

**Curvatura a freddo:** (a  $0^{\circ}\text{C}$ ): con raggio minimo di curvatura pari a 3 volte il diametro esterno

**Resistenza alla temperatura:**per 24 ore a  $+60^{\circ}\text{C}$

**Resistenza alla fiamma:**autoestingente in meno di 30 sec.

**Resistenza al fuoco** :non inferiore a  $850^{\circ}\text{C}$  secondo IEC 695-2-1

**Verifica spessore minimo:**rigidità dielettrica superiore a 2000 V a 50 Hz, per 15 minuti

**Verifica impermeabilità:**resistenza di isolamento superiore a 100 Mohm per 500 V di esercizio, per 1 minuto

**Diametri** :20 25 32 mm

### **Impiego:**

negli impianti da incasso

### **Colore e uso indicato:**

nero: identificazione linee distribuzione forza motrice

verde: identificazione linee telefoniche e rete dati

blu: identificazione linee distribuzione luce

marrone: identificazione linee luce d'emergenza e allarme

**Certificazione:** Marchio CE o se previsto Marchio Italiano di qualità o Equivalente.

## 2.28 CANALINA METALLICA ZINCATA SENDZIMIR PER CABINE ELETTRICHE, CORRIDOI E LOCALI TECNICI

**Descrizione:** Canalina metallica in acciaio con Marchio Italiano di Qualità (sistema di canalizzazione )

**Materiale:** acciaio zincato processo di zincatura sendzimir.

**Normativa:** CEI 23-31; per la zincatura UNI –EN 10025

sistema di canalizzazione del tipo in acciaio zincato corrispondente alle prescrizioni della norma CEI 23-31 ( sia per la resistenza alla flessione, alle giunzioni e ai relativi sistemi di sospensione )

zincatura secondo norma UNI-EN 10025.

completa di coperchio, accessori ( curve, derivazioni, flange di raccordo, setti separatori, ecc. ) che devono garantire sempre la continuità elettrica (con dichiarazione della casa costruttrice) grado di protezione  $\geq$  IP4X ( sistema di canale chiuso ).

Il coperchio deve essere fissato” a scatto “con apposite asole non deve cioè presentare ( e richiedere ) ganci o sporgenze per il fissaggio; deve inoltre garantire la continuità elettrica. (con dichiarazione della casa costruttrice)

Dimensioni : altezza 75mm, larghezza :100-200-400 mm

**Impiego:**

locali tecnici e corridoi

**Certificazione:** Marchio CE o se previsto Marchio Italiano di qualità o Equivalente.

## 2.29 TUBI METALLICI IN ACCIAIO ZINCATO PER U.T.A.

**Descrizione:** Tubo rigido in acciaio con Marchio Italiano di Qualità

**Materiale:** acciaio zincato

**Normativa:** CEI 23-28 , UNI 3824-74

**Dati tecnici:**

Tubazioni metalliche in acciaio zincato corrispondenti alle prescrizioni UNI 3824-74 e CEI 23-28

filettabili con accessori (manicotti, raccordi testa tubo/cassette, curve e giunti)

avvitati o innestabili

continuità elettrica tra i vari componenti(con dichiarazione della casa costruttrice)

grado di protezione  $\geq$  IP55.

Dimensioni: diametri 20 – 25 - 32 mm

**Impiego:**

nelle centrali tecnologiche e nel piano ammezzato

Impiego nelle applicazioni a vista a parete e a soffitto negli ambienti particolarmente difficili (impianti elettrici secondo norme CEI 31-30).

Le tubazioni metalliche saranno utilizzate per installazione a vista, unitamente agli accessori di staffaggio, cassette di derivazione, curve (anch'essi metallici) per

**Certificazione:** Marchio CE o se previsto Marchio Italiano di qualità o Equivalente.

## 2.30 CANALINE METALLICHE IN ACCIAIO A FILO PER CENTRALI TECNOLOGICHE E CABINE ELETTRICHE

**Descrizione:** Canalina metallica in acciaio A FILO con Marchio Italiano di Qualità (sistema di canalizzazione )

**Materiale:** acciaio zincato a filo.

**Normativa:**

sistema di canalizzazione del tipo in acciaio a filo corrispondente alle prescrizioni della norma CEI 23-31 ( sia per la resistenza alla flessione, alle giunzioni e ai relativi sistemi di sospensione )

zincatura secondo norma UNI-EN 10025.

completa di accessori ( curve, derivazioni, flange di raccordo, setti separatori, ecc. ) che devono garantire sempre la continuità elettrica (con dichiarazione della casa costruttrice)

grado di protezione  $\geq$  IP4X ( sistema di canale chiuso ).

Il coperchio deve essere fissato” a scatto “con apposite asole non deve cioè presentare ( e richiedere ) ganci o sporgenze per il fissaggio; deve inoltre garantire la continuità elettrica. (con dichiarazione della casa costruttrice)

Dimensioni : altezza 50mm, larghezza :100-200-300 mm

**Impiego:**

Nelle centrali tecnologiche e cabine elettriche.

**Certificazione:** Marchio CE o se previsto Marchio Italiano di qualità o Equivalente.

**2.31 SCATOLE E CASSETTE DI DERIVAZIONE DA INCASSO A PARETE**

Le cassette di derivazione dovranno avere le seguenti caratteristiche:

**Cassette di derivazione** per installazione in ambienti ordinari

esecuzione da incasso;

costruzione in resina termoplastica;

forma rettangolare;

coperchio con sistema di chiusura con viti;

accessori di installazione: piastrine di accoppiamento, separatori interni.

**Cassette di derivazione** per installazione in ambienti molto umidi, bagnati o esposti alle intemperie (nelle pareti di cartongesso le scatole da incasso dovranno essere del tipo per cartongesso).

esecuzione protetta da parete grado di protezione minimo IP 55;

costruzione in materiale termoplastico;

accessoriabili con pressacavi e raccordi tubo/scatola IP 66 in gomma o bocchettoni, morsettiere monoblocco, piastra di supporto per apparecchiature;

cassette di tipo preforato;

**Scatole per il contenimento delle apparecchiature**

Le scatole per il contenimento dei comandi funzionali e delle prese di energia, devono essere in materiale plastico o termoplastico, con elevate caratteristiche di isolamento e di resistenza alle sollecitazioni dell'uso normale; inoltre devono essere adatte al fissaggio inamovibile dei frutti mediante viti o altri sistemi di fissaggio equivalenti.

Tutte le scatole devono presentare un sufficiente grado di autoestinguenza superare la prova del filo ad incandescenza ed avere un grado di protezione almeno IP43.

**Norme: CEI 23-9 23-94 23-98 23-99**

**2.32 SCATOLE E CASSETTE DI DERIVAZIONE METALLICHE**

Le scatole di derivazione dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Cassette di derivazione per installazione in ambienti molto umidi, bagnati o esposti alle intemperie

esecuzione protetta da parete grado di protezione minimo IP 55;

costruzione in materiale metallico;

accessoriabili con pressacavi e raccordi tubo/scatola IP 66 in gomma o bocchettoni, morsettiere monoblocco, piastra di supporto per apparecchiature; cassette di tipo preforato;

Scatole per il contenimento delle apparecchiature

Le scatole per il contenimento dei comandi funzionali e delle prese di energia, devono essere in materiale plastico o termoplastico, con elevate caratteristiche di isolamento e di resistenza alle sollecitazioni dell'uso normale; inoltre devono essere adatte al fissaggio inamovibile dei frutti mediante viti o altri sistemi di fissaggio equivalenti.

accessoriabili con pressacavi e raccordi tubo/scatola IP 44 in gomma o bocchettoni

**Norme: CEI 23-9 23-94 23-98 23-99**

**Impiego: centrali tecnologiche**

### 2.33 FRUTTI COMPONENTI E PLACCHE

#### **Caratteristiche generali :**

tipo BTICINO LIVINGLIGHT o equivalente

possedere una vasta gamma di funzioni

le placche in di finitura dovranno avere un'ampia gamma di colori

le scatole da incassare nella parete dovranno essere a 3, 4, 6 moduli allineati o multiple profondità delle scatole da incasso non inferiore a 49 mm.

possibilità di montaggio in scatole esterne con grado di protezione fino a IP55

gamma comprendente telai per montaggio ad incasso, che garantiscano qualora necessario un grado di protezione minimo IP55 (frontalino).

#### **Comandi**

Sono da adottarsi esclusivamente i tipi approvati a marchio IMQ secondo la norma CEI 23-9 II ediz. 1987.

I frutti devono essere del tipo a montaggio a scatto sui telai portapparecchi ed avere le seguenti caratteristiche:

Tasto a grande superficie in accordo al D.P.R. 384 relativo alle barriere architettoniche, ed aventi dimensioni in altezza modulare con la possibilità, tramite apposito accessorio, dell'eventuale montaggio in quadri di distribuzione.

Morsetti doppi con chiusura a mantello e viti imperdibili per il facile serraggio dei conduttori flessibili fino a 4 mmq o rigidi fino a 6 mmq di sezione.

Corpo in materiale termoindurente resistente alla prova del filo incandescente a 850 °C.

Interruttori di comando con corrente nominale di 10A o 16A.

Pulsanti con ampia gamma comprendente pulsanti con contatti 1NA; 1NC; 2NA; 1NA doppio; 1NA doppio con interblocco meccanico.

#### **Prese a spina**

Sono da adottarsi esclusivamente i tipi approvati a marchio IMQ secondo secondo le norme CEI 23-5, CEI 23-50 e CEI 23-16.

I frutti devono essere del tipo a montaggio a scatto sui telai portapparecchi ed avere le seguenti caratteristiche:

Dimensioni in altezza modulare con la possibilità, tramite apposito accessorio, dell'eventuale montaggio in quadri di distribuzione.

Morsetti doppi con chiusura a mantello e viti presvitate ed imperdibili per il facile serraggio dei conduttori flessibili fino a 4 mmq o rigidi fino a 6 mmq di sezione.

Corpo in materiale termoindurente resistente alla prova del filo incandescente a 850 °C.

Ampia gamma comprendente:

Prese a standard italiano (poli allineati) da 10A; 16A; bivalenti 10/16A

Prese a standard tedesco 16A con terra laterale e centrale

Prese a standard italiano bivalente e tedesco con terra laterale e centrale

Alveoli protetti con schermi di sicurezza contro l'introduzione del filo da 1 mm

### **Segnalazioni**

La serie adottata dovrà comprendere segnalazioni luminose e acustiche quali:

Spia singola alimentata a 12/24/230V di colore rosso e in altre varianti di colore

Segnapasso con fascio di luce regolabile alimentato a 12/24V di vari colori

Suoneria alimentata a 12V o 230V

Ronzatore alimentato a 12V o 230V

Segnalatore acustico elettronico combinato

### **Apparecchi di protezione**

La serie civile modulare sarà dotata di interruttori automatici magnetotermici, differenziali e blocchi differenziali componibili, 1P e 1P+N.

Le caratteristiche principali della serie saranno le seguenti:

Tensione 230V

Gamma delle correnti nominali 6, 10, 16 A

Potere di interruzione min. 3 kA

Classe di limitazione 3

Interruttori magnetotermici con curva caratteristica C

Interruttori differenziali classe A, Idn pari a 6, 10, 30 mA

Ingombro max. per interruttori magnetotermici o blocchi differenziali pari a 1 modulo.

### **Placche di copertura:**

Le placche di copertura dovranno essere di alluminio presso fuso, il colore dovrà essere scelto e concordato con la D.L.

### **Impiego:**

In tutti gli ambienti all'interno delle sale.

**Norme: CEI 23-9 23-94 23-98 23-99**

## **2.34 APPARECCHI ILLUMINANTI PER LOCALI TECNICI**

**Casa costruttrice:** GEWISS o equivalente

Tipo: GWS3236T LED SMART 39W

### **Dati Tecnici:**

- Struttura in policarbonato
- riflettore trasparente
- Temperatura di esercizio da -25 °C a +40 °C
- grado di protezione IP66
- grado di resistenza IK08
- potenza LED 39W
- temperatura di colore 4000° k
- flusso LED 4840lm (124lm/W)
- vita utile L70>80000h
- infrangibile ed autoestinguente V2
- classe II di isolamento
- Tensione ingresso 230V ac
- Frequenza 50Hz
- lunghezza 1200mm

### **Impiego:**

In tutti i locali tecnici e deposito

### 2.35 APPARECCHI ILLUMINANTI PER LUCE DI SICUREZZA A LED CON BATTERIA 3h

**Casa costruttrice:** BEGHELLI o equivalente

Tipo: Beghelli 24W led da parete

**Dati Tecnici:**

- Struttura in pvc
- Diffusore opalino
- Riflettore: liscio opalino
- Sorgenti luminose: LED 24W
- Grado di protezione: IP40
- Classe d'isolamento: I
- Temperatura colore 3000k
- Alimentazione: 230V - 50Hz
- Emissione 600 lumen
- Completo di alimentatore elettronico

**Impiego:** a parete o controsoffitto per uscite di sicurezza

### 2.36 APPARECCHI ILLUMINANTI DA CTS PER UFFICI E CORRIDOI

**Casa costruttrice:** Zuntobel LDO KA SRE codice 42182580 o equivalente

Tipo: da controsoffitto 30W

**Dati Tecnici:**

- Struttura in acciaio verniciato
- riflettore ottica per video terminali a micro piramide
- Temperatura di esercizio da -10 °C a +40 °C
- grado di protezione IP40
- grado di resistenza IK08
- potenza LED 39W
- temperatura di colore 4000° k
- flusso LED 3770lm
- infrangibile ed autoestinguente V2
- classe II di isolamento
- Tensione ingresso 230V ac
- Frequenza 50Hz
- dimensioni 600x600mm
- **regolazione DALI**

**Impiego:**

In tutti gli uffici

### 2.37 APPARECCHI ILLUMINANTI DA CTS PER WC E LOCALI DI SERVIZIO

**Casa costruttrice:** Zuntobel PANOS codice 60816505 o equivalente

Tipo: da controsoffitto 16W

**Dati Tecnici:**

- Struttura in acciaio verniciato
- riflettore vetro decorativo ottica per video terminali a micro piramide
- Temperatura di esercizio da -10 °C a +40 °C
- grado di protezione IP40

- grado di resistenza IK08
- potenza LED 39W
- temperatura di colore 4000° k
- flusso LED 1560lm
- classe II di isolamento
- Tensione ingresso 230V ac
- Frequenza 50Hz
- dimensioni 150mm
- **regolazione DALI**

**Impiego:**

In tutti gli uffici

### 2.38 APPARECCHI ILLUMINANTI PER BINARIO DALI ZONA GIARDINO

**Casa costruttrice:** Zuntobel o equivalente

Tipo: da controsoffitto 36W

**Dati Tecnici:**

- Struttura in acciaio verniciato
- Temperatura di esercizio da -10 °C a +40 °C
- grado di protezione IP40
- grado di resistenza IK08
- potenza LED 36W
- temperatura di colore 4000° k
- flusso LED 111lm
- classe II di isolamento
- Tensione ingresso 230V ac
- Frequenza 50Hz
- Fascio largo e distribuzione simmetrica
- **regolazione DALI**

**Impiego:**

Ingresso e giardino e BAR

### 2.39 APPARECCHI ILLUMINANTI PER LOCALI TECNOLOGICI

**Casa costruttrice:** Zuntobel Scuba codice 421826 o equivalente

Tipo: da soffitto 39W

**Dati Tecnici:**

- Struttura in policarbonato
- Temperatura di esercizio da -10 °C a +40 °C
- grado di protezione IP66
- grado di resistenza IK08
- potenza LED 39W
- temperatura di colore 4000° k
- classe II di isolamento
- Tensione ingresso 230V ac
- Frequenza 50Hz

**Impiego:**

locali tecnologici

## 2.40 APPARECCHI ILLUMINANTI PER INGRESSI HALL

**Casa costruttrice:** Zuntobel SLOIN SLIM SL LED o equivalente

Tipo: da soffitto 69W

**Dati Tecnici:**

- Struttura in estruso di alluminio
- Temperatura di esercizio da -10 °C a +40 °C
- grado di protezione IP40
- grado di resistenza IK08
- potenza LED 69W
- temperatura di colore 4000° k
- flusso luminoso 2495 lm
- classe I di isolamento
- Tensione ingresso 230V ac
- Frequenza 50Hz

- **regolazione DALI**

- **Impiego:**

locali ingressi HALL e BAR

## 2.41 APPARECCHI ILLUMINANTI PER SCALE HALL

**Casa costruttrice:** Zumtobel CAELA o equivalente

Tipo: da parete

**Dati Tecnici:**

- sistema ottico diffondente
  - corpo in materiale plastico
  - telaio in acciaio inox
  - lampada a LED 17W
  - flusso luminoso 1100 lm
  - temperatura 3000 K
  - classe di protezione I
  - grado di protezione IP 30
  - alimentazione 230V completo di cablaggio e accessori di montaggio
- **regolazione DALI**
- **Impiego:** scale ingresso

## 2.42 APPARECCHI ILLUMINANTI PER GRADINI SCALE HALL

**Casa costruttrice:** Zumtobel modello XPO LED 7W lunghezza 923mm o equivalente

Tipo: da gradino x scale

**Dati Tecnici:**

- sistema ottico diffondente
- corpo in materiale plastico
- telaio in acciaio inox
- lampada a LED 7W
- flusso luminoso 426 lm
- temperatura 4000 K
- classe di protezione I
- grado di protezione IP 30
- alimentazione 230V completo di cablaggio e accessori di montaggio

- **regolazione DALI**
- **Impiego:** scale ingresso

#### 2.43 APPARECCHI ILLUMINANTI PER VENDITA RISTORAZIONE ATC

**Casa costruttrice:** Zuntobel Onda2 diametro 590mm LED 50W o equivalente

Tipo: da sospensione

**Dati Tecnici:**

- sistema ottico diffondente con rifrattore per luce diffusa
- corpo in materiale plastico
- telaio in acciaio inox
- lampada a LED 50W
- 5370 lumen
- temperatura di colore 4000k
- classe di protezione I
- grado di protezione IP 30
- alimentazione 230V completo di cablaggio e accessori di montaggio
- **regolazione DALI**
- **Impiego:** Vendita stazione

#### 2.44 APPARECCHI ILLUMINANTI PER VENDITA RISTORAZIONE ATC

**Casa costruttrice:** Zuntobel Onda2 diametro 870mm LED 56W o equivalente

Tipo: da sospensione

**Dati Tecnici:**

- sistema ottico diffondente con rifrattore per luce diffusa
- corpo in materiale plastico
- telaio in acciaio inox
- lampada a LED 56W
- 8010 lumen
- temperatura di colore 4000k
- classe di protezione I
- grado di protezione IP 30
- alimentazione 230V completo di cablaggio e accessori di montaggio
- **regolazione DALI**
- **Impiego:** Vendita stazione

#### 2.45 APPARECCHI ILLUMINANTI PER VENDITA RISTORAZIONE ATC

**Casa costruttrice:** Zuntobel Onda2 diametro 1150mm LED 97W o equivalente

Tipo: da sospensione

**Dati Tecnici:**

- sistema ottico diffondente con rifrattore per luce diffusa
- corpo in materiale plastico
- telaio in acciaio inox
- lampada a LED 97w
- 14000 lumen
- temperatura di colore 4000k
- classe di protezione I
- grado di protezione IP 30

- alimentazione 230V completo di cablaggio e accessori di montaggio
- **regolazione DALI**
- **Impiego:** Vendita stazione

#### 2.46 APPARECCHI ILLUMINANTI PER PENSILINA CARBURANTI

**Casa costruttrice:** Zuntobel Kraft o equivalente

Tipo: da soffitto 104W

**Dati Tecnici:**

- Struttura in pressofusione di alluminio
- schermo in metacrilato e vetro
- Temperatura di esercizio da -40 °C a +55 °C
- grado di protezione IP65
- grado di resistenza IK08
- potenza LED 104W
- flusso luminoso 12420W
- temperatura di colore 4000° k
- classe II di isolamento
- Tensione ingresso 230V ac
- Frequenza 50Hz

- **Impiego:**

Pensilina cassa carburanti

#### 2.47 APPARECCHIO ILLUMINANTE PER TORRI FARO

**Casa costruttrice:** ZEUS AS BW S2 LED 230W o equivalente

Tipo: codice 034ZEU250A50S o equivalente

**Dati Tecnici:**

- Struttura in pressofusione di alluminio
- schermo in vetro
- Diffusione asimmetrica
- corrente di funzionamento 1050mA
- Temperatura di esercizio da -40 °C a +55 °C
- grado di protezione IP65
- grado di resistenza IK08
- potenza 64 LED 230W
- flusso luminoso 25617lm
- temperatura di colore 5000° k
- classe I di isolamento
- Tensione ingresso 230V ac
- Frequenza 50Hz

- **Impiego:**

Torri faro piazzale

#### 2.48 APPARECCHIO ILLUMINANTE PER SVINCOLO

**Casa costruttrice:** Prilux Egea Road XL LED 128W o equivalente

Tipo: Road codice 199407

**Dati Tecnici:**

- Struttura in pressofusione di alluminio

- schermo in vetro
- Diffusione asimmetrica
- corrente di funzionamento LED 700mA
- Temperatura di esercizio da -40 °C a +55 °C
- grado di protezione IP65
- grado di resistenza IK08
- potenza 64 LED 192W
- flusso luminoso 15771lm
- temperatura di colore 4000° k
- classe I di isolamento
- Tensione ingresso 230V ac
- Frequenza 50Hz
- **Impiego:**  
Svincolo autostrada

#### 2.49 APPARECCHIO ILLUMINANTE PER PISTA SECURITY

**Casa costruttrice:** Prilux Egea Road XL LED 109W o equivalente

**Tipo:** Road

**Dati Tecnici:**

- Struttura in pressofusione di alluminio
- schermo in vetro
- Diffusione asimmetrica
- corrente di funzionamento LED 700mA
- Temperatura di esercizio da -40 °C a +55 °C
- grado di protezione IP65
- grado di resistenza IK08
- potenza 64 LED 109W
- flusso luminoso 13750lm
- temperatura di colore 4000° k
- classe I di isolamento
- Tensione ingresso 230V ac
- Frequenza 50Hz
- **Impiego:**  
Pista security

#### 2.50 CENTRALE RIVELAZIONE INCENDIO INDIRIZZATA

**Casa costruttrice:** Notifire o equivalente

**Tipo:** AM 6000 indirizzata

**Dati Tecnici:**

- Sistema a microprocessore
- scheda per 6 linee loop
- Linea loop per 99 sensori e 99 moduli di ingresso uscita
- Batteria 12V 7AH
- Temperatura di funzionamento -5° + 50°
- Alimentazione 230V
- Segnalazione sul display per ogni livello di allarme
- Segnalazione sul display per ogni rivelatore in allarme

- Segnalazione sul display per ogni pulsante in allarme
- Attivazione e collegamento con centrale allarme evacuazione
- Attivazione automatica e segnalazione a sala emergenze
- Controllo e riporto a distanza singolo rivelatore e pulsante in allarme
- **Impiego:** Locale tecnico piano terra

**Certificazione e norme:** Conforme alle Direttive comunitarie e muniti di marcatura CE. EN 54-2 54-4

## 2.51 RIVELATORI OTTICI DI FUMO INDIRIZZATO PER SALE

**Casa costruttrice:** NOTIFIER o equivalente

**Tipo:** serie OTTICI

**Dati Tecnici:**

- Corpo in ABS e connessione alla base mediante contatti del tipo strisciante autopulente.
- Dovrà essere completo di test magnetico, di doppio led rosso di ripetizione allarme e ripetizione allarme O.C.
- Tecnologia di intervento: ottica effetto tyndall
- Tecnologia di costruzione del circuito SMD
- Temperatura di funzionamento da -30 a + 60 °
- Grado di protezione IP32.

**Impiego:** per ambienti puliti

**Certificazione e norme:** Conforme alla norma EN 54 parte 7/ 54-17/ 54-18

## 2.52 RIVELATORI TERMICI DI FUMO INDIRIZZATO PER AMBIENTI TIPO DEPOSITO E LOCALI TECNICI

**Casa costruttrice:** NOTIFIER o equivalente

**Tipo:** serie TERMICI E TERMOVELOCIMETRI

**Dati Tecnici:**

- Corpo in ABS e connessione alla base mediante contatti del tipo strisciante autopulente.
- Dovrà essere completo di test magnetico, di doppio led rosso di ripetizione allarme e ripetizione allarme O.C.
- Tecnologia di intervento: termico e termovelocimetro
- Tecnologia di costruzione del circuito SMD
- Temperatura di funzionamento da -30 a + 60 ° classe 1 – 2
- Grado di protezione IP32.

**Impiego:** per ambienti puliti

**Certificazione e norme:** Conforme alla norma EN 54 parte 5/ 54-17/ 54-18

## 2.53 PULSANTI ANALOGICI INDIRIZZATI DI COLORE ROSSO PER SALE

**Casa costruttrice:** NOTIFIER o equivalente

**Tipo:** DA PARETE

**Dati Tecnici:**

- Tasto con auto ritenuta
- Coperchio trasparente di protezione
- Temperatura di funzionamento da - 10 a + 60°

- Grado di protezione IP33

**Impiego:** per tutti gli ambienti

**Certificazione e norme:** Conforme alla norma EN 54 / 11 – 54 /17

## 2.54 MODULI DI CORTO CIRCUITO IMPIANTO RIVELAZIONE INCENDIO

**Casa costruttrice:** NOTIFIER o equivalente

**Tipo:** da controsoffitto

**Dati Tecnici:**

- Modulo analizzatore di corto circuito

- Alloggiamento nella calotta del rivelatore a basso profilo

**Certificazione e norme:** Conforme alla norma EN 54 parte 5

## 2.55 PANNELLI OTTICI ACUSTICI PER IMPIANTO RIVELAZIONE INCENDIO

**Casa costruttrice:** NOTIFIER o equivalente

**Tipo:** da esterno NFXI

**Dati Tecnici:**

- Sirena di colore rosso

- Assorbimento sirena con lampeggiante 14,6mmA

- Frequenza lampeggiante 1HZ

- Potenza uscita sonora 97dbA

- Toni disponibili 32

- Grado di protezione IP44

- Temperatura di funzionamento da – 25 a + 70°

- Alimentazione da 15 a 29VCC

**Certificazione e norme:** Conforme alla norma EN 54 parte 17

## 2.56 CENTRALE EVAC CEI 54-16 UNI ISO 7240-19 LOCALE TECNICO PIANO TERRA IN PROGETTO AUTONOMIA 60 minuti

- Sistema completo METCUBE 23TO o equivalente per evacuazione vocale certificato a norme EN54-16, racchiuso in unità compatta comprensiva di alimentazione, sezione amplificatori, sistema di controllo, microfono selettivo. Possibilità di configurazione, gestione, monitoraggio, via rete lan, utilizzando il software dedicato COMETA. Disponibile anche App gratuita di controllo. Risponde a tutte le richieste EVAC aggiungendo inoltre funzionalità multiroom (per la diffusione di musica e parola) ed interfacciabilità con l'esterno. Certificato a norme EN54-16 Sistema di controllo in versione a 8 zone L'unità include 3 amplificatori da 60 W per linee a 100 V (configurabili 3x60 W o 1x120 W + 1x60 W o 1x180 W) Sezione amplificatori espandibile fino a 540 W fino 9 amplificatori da 60 W (Kit MET6A1K) Ogni amplificatore alimenta una linea singola di altoparlanti Possibilità di linea doppia A-B con scheda opzionale (MET8SC) Microfono e messaggi preregistrati di emergenza attivabili dal pannello frontale o da remoto Possibilità di invio dei messaggi/chiamate simultaneamente su più zone 4 ingressi audio aux analogici monitorati 8 ingressi audio analogici non monitorati + 2 streaming audio digitali. 16 Ingressi "trigger" monitorati per l'attivazione di eventi dalla centrale antincendio o da altri dispositivi. Unità completa di caricabatterie certificato EN54-4 e alloggiamento per 2 batterie da 42 Ah incluse. Connettore USB per aggiornamenti firmware e configurazioni Lettore SD card

per memorizzare messaggi EVAC e messaggi legati agli eventi Bus digitale "evac bus" dedicato per basi microfoniche di emergenza (es. METMC8C, METMC1A) Bus "remote bus" per interfacciamento con comandi audio di zona (es. CZ830) Porte di comunicazione: RS232 e Ethernet Case metallico Alimentazione: 230 Vac e 24 Vdc Colore: Bianco (RAL7035) Dimensioni: A 310 x L 432 x P 372 mm (7 UR) Peso: 12,5 kg (unità base con 3 amplificatori, escluse batterie) .

- 
- Multisorgente Audio. Sezione Tuner: radio DAB/FM con ampio display retroilluminato 20 preset stazioni memorizzabili uscita stereo indipendente con prese RCA. Sezione Player: lettore CD con meccanica anti-shock compatibile CD, CD-R, CD-R/W MP3 con ingressi USB e scheda SD MMC Card, ampio display retroilluminato uscite indipendenti con prese RCA. Telecomandi ad infrarossi. Alimentazione: 230 VAC
- Colore: nero. Dimensioni: A 44 x L 482 x P 250 mm (1 unità rack). Peso: 4,1 Kg
- 
- Kit amplificatore 60W classe D, per compatto, 100V con trasformatore 100V audio. MET6A1K
- 
- Coppia guide per fissaggio amplificatori finali a parete. GRPW
- 
- Kit di connessione mod. TO23-18057 comprendente cavi di segnale e di potenza indispensabile per il corretto funzionamento dell'impianto.
- 
- Dispositivo, carico fine linea, per il controllo della continuità dei conduttori, connessione a 2 fili. Certificato EN54-16. MET1CFL
- 
- Diffusore da incasso CREO per uso interno o esterno protetto, 100 V, potenza 8 - 5 - 2,5 - 1,5 - 0,7W, a norma EN54-24. Diffusore acustico da incasso, soffitto o parete, a forma circolare, per ambienti interni o se protetto per esterni, a norma EN54-24. altoparlante bicono a larga banda da 5" trasformatore audio lineare per il collegamento a linee a tensione costante 100 V fusibile termico di protezione della linea per sovratemperatura doppi morsetti tipo ceramico per le connessioni separate di linea ingresso ed uscita struttura in metallo con calotta antifiama e protezione dell'altoparlante in lamiera microforata Dimensioni: Ø 180 x H 155 mm Foro incasso: Ø 160 mm Peso: 1,5 Kg NOTE: Corredato di scatola di derivazione in metallo per il collegamento dei fili ai morsetti delle linee d'ingresso e uscita completa di 2 bloccacavi PG16, Risposta Hz 180-20000, SPL 1w/1m 87dB, SPL Max 96dB. Colore Bianco. ECT4M8B.
- 
- Diffusore acustico TROMBA Q a tromba ripiegata di sezione rettangolare, certificato EN54-24, contenitore in ABS autoestinguente conforme UL94V0, con staffa di fissaggio. Grado di protezione IP66. Trasformatore audio a 100V, selezione di potenza, con filtro passa alto. Potenza 30-15-7,7 W. Impedenza nom.:333 ohm 666 ohm 1333 ohm Risposta in frequenza: 350 Hz 10000 Hz Sensibilità 1W/1m: 105,5dB SPL max: 120,2dB Dispersione in gradi: 110 x 55. Peso: 1,9 kg. Dimensioni A 117 (170) x L 180,5 x P 231 mm. Colore: Grigio Chiaro. ETT4Q30
- 
- METMC8C Base microfonica per messaggi vocali selezionabili per 8 zone, o generali di emergenza (a tutte le zone). Numero zone aumentabile con espansioni MET8TZ o

MET16TZ. Certificato a norme EN54-16 Selezione ed invio di messaggi preregistrati di emergenza Visualizzazione stato di sistema Bus digitale per la comunicazione con l'unita' di controllo Compatibile con MET8CV8, MET8VC4, METCUBE  
Alimentazione: 24 Vdc Dimensioni ingombro: A55 x L205 x P190 mm Peso: 2,1 kg

- 
- METMC1A Microfono su armadietto, per messaggi vocali generali di emergenza. Certificato a norme EN54-16 Compatibile con MET8CV8, MET8VC4, METCUBE Alimentazione: 24 Vdc Colore: Rosso Dimensioni: A300 x L230 x P115 mm Peso: 3,1 kg
- 
- START UP
- 
- Preparazione e fornitura di documentazione con relazione custom specifica della centrale audio, manuali, istruzioni e certificati dei componenti. Consegna documento di start up.
- 
- Start up centrale audio mod. 23TO-18057 in loco con: Programmazione software apparecchiature, calibrazione carichi. Controllo impedenza e dispersione verso terra delle linee dei diffusori acustici. Inserimento di messaggi di allerta ed evacuazione, fornito o, standard. Verifica funzionale delle varie apparecchiature. Istruzione in loco del personale preposto all'utilizzo e manutenzione. Lo start-up standard prevede, massimo 4 linee altoparlanti, un intervento eseguito entro mezza giornata di 1 tecnico, entro la regione di competenza.

## 2.57 CENTRALE ANTIEFFRAZIONE E CONTROLLO ACCESSI

**Casa costruttrice: HONEYWELL o equivalente**

**Tipo: GALAXY o equivalente**

**Dati Tecnici:**

- Sistema a microprocessore fino a 520 zone
- Collegamento per 64 porte controllate
- Collegamento per 32 gruppi protetti
- Collegamento per 1000 utenti
- Pianificazione settimanale per 67 combinazioni
- Disinserimento tramite lettore di badge
- Registro degli eventi fino a 1000 combinazioni
- Collegamento ethernet
- Sblocco porte in caso di incendio
- Collegamento fino a 192 zone radio
- Collegamento fino a 100 telecomandi
- Controllo impianto da tastiera e da tablet
- Controllo stato degli accessi
- Controllo delle tastiere di inserimento allarme e accessi
- Controllo rivelatoria doppia tecnologia
- Controllo sensori magnetici e inerziali
- Controllo sirene interne ed esterne
- Batteria 12V 7AH

- Temperatura di funzionamento  $-5^{\circ} + 50^{\circ}$
- Alimentazione 230V
- Segnalazione sul display per ogni livello di allarme
- Segnalazione sul display per ogni rivelatore in allarme
- Segnalazione sul display per ogni accesso in allarme
- Attivazione e collegamento con sistema di supervisione generale
- **Impiego:** Locale tecnico piano terra

**Certificazione e norme:** Conforme alle Direttive comunitarie e muniti di marcatura CE. EN 54-2 54-4

## 2.58 RILEVATORE INERZIALE ANTISFONDAMENTO PER IMPIANTO ANTINTRUSIONE

**Casa costruttrice:** DEA SECURITY

**Tipo:** DEA CIGA08100 o equivalente

**Dati Tecnici:**

- Rivelatore antisfondamento a vibrazione.
- Con contatti al mercurio, in contenitore plastico

**Impiego:** serramenti perimetrali sale piano terra

**Norme:** CEI 79-2

## 2.59 RILEVATORE VOLUMETRICO A DOPPIA TECNOLOGIA

**Casa costruttrice:** BOSCH ISCPDL1W18G

**Tipo:** ISCPDL1W18G o equivalente

**Dati Tecnici:**

- Rivelatore volumetrico a doppia tecnologia , microonde e infrarossi passivi con circuiti anti accecamento, memoria allarme, portata 15m .

**Impiego:** per le sale piano terra

**Norme:** CEI 79-2

## 2.60 SIRENA ELETTRONICA DA ESTERNO

**Casa costruttrice:** BOSCH o equivalente

**Tipo:** Master 100 o equivalente

**Dati Tecnici:**

- Sirena da esterno elettronica, collegamento via radio, 115db ad 1m , autoalimentata e auto protetta con batteria 12v 2,2ah, lampeggiante strobo con contenitore in abs , secondo livello.

**Impiego:** per esterno

**Norme:** CEI 79-2

## 2.61 UPS DA 2500VA AUTONOMIA 30' PER QUADRI M.T. CEI 0-16

**Casa costruttrice:** RIELLO o equivalente

Gruppo statico di continuità a rack con gestione e controllo a microprocessore. Tecnologia a doppia conversione per garantire la tensione in uscita completamente immune dalle perturbazioni di rete. Dotati di test batteria automatico e periodico. Tensione di alimentazione  $220\div 240V \pm 15\%$  50 o 60Hz  $\pm 5\text{Hz}$ , tensione in uscita  $220\div 240V$  selezionabile con tolleranza  $\pm 1,5\%$ , forma d'onda sinusoidale 50Hz con tolleranza

±0,5% in grado di sopportare sovraccarichi del 150% per almeno 2 secondi. Sistema con tempo d'intervento 0 ms (no break), rendimento minimo 90%, protezione delle batterie dall'eccessiva scarica, da sovracorrente e cortocircuito, sovratensione o sottotensione, temperatura.

Ridotta rumorosità (< 40 db a 1 m). Temperatura di esercizio 0÷40°C. Dotato di porta di comunicazione USB e

RS232 e contatti di segnalazione, software per personal computer idoneo al sistema operativo per la chiusura

automatica degli applicativi attivi, sorveglianza e controllo del buon funzionamento dell'unità UPS. Fornito con 4 prese IEC 320 da 10 o morsetti, comprese batterie ermetiche senza manutenzione idonee all'impiego in ambienti chiusi, nelle potenze nominali/attiva (secondo EN50091-1-1 e EN50091-2 Cl. B) autonomia 30' min.

riporto anomalia al sistema di supervisione RS232 e contatti di segnalazione, software per personal computer idoneo al sistema operativo per la chiusura

automatica degli applicativi attivi, sorveglianza e controllo del buon funzionamento dell'unità UPS. Fornito con 2 4 prese IEC 320 da 10 o morsetti, comprese batterie ermetiche senza manutenzione idonee all'impiego in ambienti

chiusi, nelle potenze nominali/attiva (secondo EN50091-1-1 e EN50091-2 Cl. B) di: - 2500 VA autonomia 30' min.

#### **Segnalazione autonomia batterie e anomalia UPS**

### **2.62 CABLAGGIO STRUTTURATO IN CATEGORIA 6 TRAMITE CAVI FTP PER RETE DATI E VIDEO SORVEGLIANZA**

Il sistema cablaggio strutturato dovrà essere realizzato con componenti di primaria qualità. Il sistema dovrà essere formato da prodotti di un unico e solo costruttore, ad esclusione del gruppo armadio che può essere alternativamente come insieme di altro costruttore. L'impianto dovrà essere completo di ogni apparecchiatura necessaria al cablaggio ed al supporto dello stesso.

Tutti i materiali impiegati per la realizzazione dell' cablaggio strutturato dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione della D.L.

Nessun materiale potrà essere installato senza autorizzazione.

Presi RJ45 La tipologia della presa, sia lato armadio che lato utente, sarà quella a 8 pin, di tipo non schermato, provvista di protezione retrattile a molla, la quale oltre ad essere parte integrante al corpo del connettore e quindi non asportabile garantisce una corretta guida alla connessione e fissaggio con l' interfaccia ( plug RJ45). Il prodotto deve essere disponibile in diverse colorazioni.

La presa RJ45 568 A/B V-8 KATT con coppia contatti, con geometria a " V", a garanzia di un'elevata qualità e numero di terminazioni.

A garanzia della performance dei singoli link e quindi del sistema di cablaggio, la presa RJ45, dovrà inoltre permettere, in caso di particolari condizioni installative, l'utilizzo di un accessorio per l'ottimizzazione di un'uscita radiale del cavo dal connettore( fascetta).

#### **Cavo FTP categoria 6C4**

Le connessioni tra i pannelli di permutazione e le prese saranno eseguite per mezzo di cavo FTP, 4 coppie twistate in filo di rame, a bassa emissione di fumi ( LSZH)

Cat. 6 e 24 AWG

#### **Pannelli di permutazione (patch-panel)**

Negli armadi dovranno essere installati pannelli di permutazione per prese RJ45 (patch panel), metallici di colore nero, installabili su rack 19" e che avranno le seguenti caratteristiche:

Pannello 19" precaricato 24 p. RJ45 UTP 110 IDC,provvisto di idonea protezione a garanzia di una corretta connessione per la presa RJ45 .

Il pannello richiede una retrostaffa integrata, per il fissaggio dei singoli cavi  
Sul frontale sono previste icone colorate oltre alle targhette di identificazione.  
cat.6 Krone

#### **Cordoni di permutazione (patch-cord)**

Le "patch-cord" devono essere corrispondenti alla categoria 6 negli armadi che ospitano i cavi UTP categoria 6 esistenti e di categoria 6 nell'armadio che ospita i nuovi cavi del edificio A

Per la permutazione in armadio saranno fornite di lunghezza necessaria per consentire un cablaggio ordinato ( 2 metri )

I cappucci di protezione alle estremità sono previsti ad ingombro minimo, comunque non eccedente ( sul perimetro) le dimensioni del plug RJ45.

cat.5e

#### **Pannelli guida cavi**

Al fine di permettere una buona organizzazione del cablaggio ed una corrette tenuta dei cordoni di permutazione all'interno dei ripartitori, dovrà essere installato un adeguato numero di pannelli guida cavi orizzontali, in prossimità di pannelli di permutazione (patch-panel, moduli telefonici, ecc.) e parti in generale destinate ad accogliere permutazioni.

Questi sono del tipo:

pannello 19" metallico nero 1 u. dotati di 5 anelli aperti con ingombro in profondità ORTONICS

#### **Gruppo prese**

I gruppi prese dovranno essere costituiti da n° 6 prese schuko 10/16A 220V per cadauno armadio di componenti passivi

### CARPENTERIE PER ARMADI 19'' ED ACCESSORI

#### Armadi tipo APW serie IMNET o SIMILARE

Armadio di permutazione 19" a pavimento 42 u. dimensioni d 'ingombro 2000x800x800

La soluzione prevede un telaio portante con doppia coppia di montanti e canalina passacavi verticale anteriore e posteriore, corredo cavi di messa a terra (EIA/TIA 607) copertura superiore ventilata ed asportabile con 3 aperture a settori laterali per il passaggio dei cavi.

Porta anteriore con telaio metallico e pannello in vetro temperato ( conforme alla 626/94, 46/90),4mm di spessore con predisposizione dell' apertura sinistra e/o destra, 3 punti di fissaggio, maniglia con chiave.

Pareti laterali asportabili con opzione di applicare serratura di chiusura.

Porta posteriore metallica, maniglia a chiave con medesima opzione per l' apertura sinistra o destra.

Piedini di regolazione .

Idoneo a supportare un carico di 250 Kg.

Gli armadi verranno raggruppati lateralmente (eliminando le pareti) con apposite staffe di fissaggio,ponendo la condizione di ottenere le porte anteriori e posteriori a filo e lateralmente attigue ed affiancate lasciando un ridotto spazio di circa 10mm.

Conformità IEC297-2,DIN 41494/1/7,EN 60990,UNI EN 12150-1 , verniciatura antracite RAL 7016,ISO 7523,ISO 6270.

#### **Pannello di ventilazione**

Gruppo ventole a basso rumore da alloggiare sotto copertura superiore dell' armadio allo scopo di non ridurre le 42 unità rack .

#### **Zoccolo**

Altezza da terra 100mm 800x800 fissato all' armadio con paretine laterali asportabili e ventilate.

### **Anelli passacavi**

Questi consistono in protezioni da assemblare al montante laterale 19" per la discesa verticale dei cavi. Plastica in colore 125mm.

### **Gruppo prese**

Il gruppo prese sarà costituito da n° 6 prese schuko 10/16A 220V da installare sul fondo del quadro, completo di interruttore di protezione.

## **2.63 SWITCH POE 24 PORTE TIPO MANAGED SERIE GS 1920**

**Casa costruttrice:** MANAGED o equivalente

**Dati Tecnici:** tipo ZYGS – 1920 – 24HP

- SWITCH WEB 24 PORTE POE PER CONTROLLORE
- GS4 SFP 1000 MBPS PORTS
- 50-60HZ
- 100-240V
- 375W
- 24 ingressi
- supporto VLAN

**Impiego:** per impianto di video sorveglianza

## **2.64 VIDEO REGISTRATORE A 16 FLUSSI PER VIDEO SORVEGLIANZA**

**Casa costruttrice:** Synology o equivalente

**Dati Tecnici:** tipo DA216 a 16 flussi

- n.16 ingressi di allarme con cavo in categoria 6C4
- modello di CPU Marvell Armada 385 88F6820
- architettura CPU 32bit
- frequenza CPU Dual core 1.3GB
- memoria di sistema 512 MB DDR3
- capacità grezza massima 20TB
- capacità netta massima 16TB
- n.2 dischi da 3TB
- n.1 porta USB 2.0
- n.2 porta USB 3.0
- n.1 porta LAN RJ-45 1GbE
- rumore 18 dB(A )
- unità di alimentazione 60W 230V
- certificazione CE classeB
- numero massimo di telecamere 16
- compressione totale H.264
- 480 FPS @ 720p (1280x720)
- 240 FPS @ 1080p (1920x1080)
- 150 FPS @ 3M (2048x1536)
- 60 FPS @ 5M (2591x1944)
- trasmissione bidirezionale di un canale audio
- decompressione H.264

- Collegamento ethernet
- Tele configurazione e tele aggiornamento da software remoto

**Impiego:** per impianto di video sorveglianza

## 2.65 GATEWAY PER USO GENERICO

**Casa costruttrice:** ESAC o equivalente

**Dati Tecnici:**

EBACQW per collegamento tra la centrali e il sistema di supervisione

## 2.66 CONTROLLORE TOUCHSCREEN BACNET NATIVO

**Casa costruttrice:** ESAC o equivalente

**Dati Tecnici:**

TOUCH etch-7t

- bacnet device profile
- 32 bit risc arm9 processor
- 256 MB flash memory
- real time clock
- 2 USB PORT
- LCD screen 7 inch.
- alta risoluzione 800x480 WGA 16bit color
- 24 VAC / 10-28 VDC
- dimensioni 5,6x8,2x1,4 inch ( 142x208x35mm)

## 2.67 CONTROLLORE BACNET NATIVO PER ILLUMINAZIONE

**Casa costruttrice:** ESAC L-DALI-ME204 o equivalente

**Dati Tecnici:**

- bacnet device profile
- controllore per 4 canali
- 64 indirizzi per canale
- 24 VAC / 10-28 VDC
- dimensioni 5,6x8,2x1,4 inch ( 142x208x35mm)

## 2.68 ALIMENTATORE PER CONTROLLORE BACNET NATIVO

**Casa costruttrice:** ESAC L-DALI-PWR4-V o equivalente

**Dati Tecnici:**

- potenza 150W
- 24 VAC / 10-28 VDC
- dimensioni 5,6x8,2x1,4 inch ( 142x208x35mm)

## 2.69 TELECAMERA IP POE PER VIDEO SORVEGLIANZA TIPO DOME AXIS P3354 FISSA

**Casa costruttrice:** AXIS o equivalente

**Tipo:** - Telecamera AXIS P3354

**Dati Tecnici:**

- Modello AXIS P3354 6-12mm

- Funzioni per le riprese diurne/notturne
- Possibilità di gestire più flussi H.264
- Sensore immagini: RGB CMOS Progressive Scan da 1/3"
- Obiettivo: RGB CMOS Progressive Scan da 1/3"
- Riprese diurne e notturne: Filtro IR rimovibile automaticamente
- Illuminazione minima: Colori: 0,1 lux, B/N: 0,1 lux, F1,2
- Risoluzioni: da 1280x960\* (1,2 MP) to 160x90
- Angolo orizzontale 105-49°
- Angolo verticale 77-37°
- PAN 360 °
- Tilt 170°
- Rotazione 340°
- Consumo 5.9W
- Sensore di allarme per atti vandalici

**Impiego:** Da installare su parete o soffitto tipo DOME

## 2.70 TELECAMERA IP POE PER VIDEO SORVEGLIANZA A PARETE TIPO BULLET AXIS P3354 FISSA

**Casa costruttrice:** AXIS o equivalente

**Tipo:** - Telecamera AXIS P3354

**Dati Tecnici:**

- Modello AXIS P3354 6-12mm
- Funzioni per le riprese diurne/notturne
- Possibilità di gestire più flussi H.264
- Sensore immagini: RGB CMOS Progressive Scan da 1/3"
- Obiettivo: RGB CMOS Progressive Scan da 1/3"
- Riprese diurne e notturne: Filtro IR rimovibile automaticamente
- Illuminazione minima: Colori: 0,3 lux, B/N: 0,05 lux, F1,2
- Risoluzioni: da 1280x960\* (1,2 MP) to 160x90
- Angolo orizzontale 105-49°
- Angolo verticale 77-37°
- PAN 360 °
- Tilt 170°
- Rotazione 340°
- Digital PTZ
- Consumo 5,9W
- Sensore di allarme per atti vandalici

**Impiego:** Da installare per esterno

## 2.71 TELECAMERA DA ESTERNO PER VIDEO SORVEGLIANZA A PARETE TIPO DOME AXIS Q6054-E

**Casa costruttrice:** AXIS o equivalente

**Tipo:** - Telecamera AXIS Q6054-E

**Dati Tecnici:**

- Modello AXIS Q6054-E 4,4-129mm
- Funzioni per le riprese diurne/notturne

- Zoom ottico per 30 ingrandimenti
- Zomm digitale per 12 ingrandimenti
- Riprese diurne e notturne: Filtro IR rimovibile automaticamente
- Illuminazione minima: Colori: 0,3 lux, B/N: 0,05 lux
- Temperatura da -20 a + 50°
- Risoluzioni: da 1280x720\* (1MP) to 160x90
- Angolo orizzontale 62,9-2,2°
- Angolo verticale 37°-1,2°
- PAN 360 °
- Tilt 170°
- Rotazione 340°
- Digital PTZ
- Sensore di allarme per atti vandalici
- Consumo massimo 60W
- Alimentazione con alimentatore 12-230V
- Protezione con scaricatore in classe 1

**Impiego:** Da installare su palo o torre faro per esterno

## **2.72 TELECAMERA DA ESTERNO PER VIDEO SORVEGLIANZA SU PALO TIPO DOME AXIS Q6155-E**

**Casa costruttrice:** AXIS o equivalente

**Tipo:** - Telecamera AXIS Q6155-E

### **Dati Tecnici:**

- Modello AXIS Q6155-E 4,4-129mm
- Funzioni per le riprese diurne/notturne
- Zoom ottico per 30 ingrandimenti
- Zomm digitale per 12 ingrandimenti
- Riprese diurne e notturne: Filtro IR rimovibile automaticamente
- Illuminazione minima: Colori: 0,3 lux, B/N: 0,05 lux
- Temperatura da -20 a + 50°
- Risoluzioni: da 1920x1080\* (2MP) to 320x80
- Angolo orizzontale 66,7-2,36°
- Angolo verticale 39,5-1,37°
- PAN 360 °
- Tilt 170°
- Rotazione 340°
- Digital PTZ
- Sensore di allarme per atti vandalici
- Consumo massimo 60W
- Alimentazione con alimentatore 12-230V
- Protezione con scaricatore in classe 1

**Impiego:** Da installare su palo per esterno

## **2.73 TELECAMERA DA ESTERNO PER VIDEO SORVEGLIANZA SU PALO TIPO DOME AXIS Q1942-E TERMICA**

**Casa costruttrice:** AXIS o equivalente

**Tipo:** - Telecamera AXIS Q1942-E

**Dati Tecnici:**

- Modello AXIS Q1942-E 10-60mm
- Funzioni per le riprese diurne/notturne
- Video motion detection
- Risoluzione sensore da 640x480
- Rivelamento di suoni e urti
- Riprese diurne e notturne: Filtro IR rimovibile automaticamente
- Illuminazione minima: Colori: 0,3 lux, B/N: 0,05 lux
- Temperatura da -20 a + 50°
- Sensore di allarme per atti vandalici
- Consumo massimo 60W
- Alimentazione con alimentatore 12-230V
- Protezione con scaricatore in classe 1

**Impiego:** Da installare su palo per esterno

**2.74 COMUNICAZIONE BUS KONNEX KNX PER REGOLAZIONE LUCE**

- Rete di comunicazione KNX
- La rete di comunicazione dovrà essere basata sullo standard Konnex (KNX) che per quanto riguarda il protocollo di comunicazione (7 livelli ISO/OSI) è rispondente alla norma EN 50090.
- Dovrà essere ad intelligenza distribuita, pilotato da eventi e con trasmissione dati seriale per le funzioni operative di comando, attuazione, controllo, monitoraggio e segnalazione. Tramite una linea di trasmissione comune (il bus), tutti gli apparecchi bus collegati dovranno scambiarsi informazioni; la trasmissione dati dovrà avvenire in modo seriale secondo regole stabilite: il protocollo di trasmissione bus.
- Le informazioni da trasmettere dovranno essere organizzate in “telegrammi” ed inviate sulla linea bus da un apparecchio (il “mittente”) ad uno o più apparecchi (il/i “destinatario/i”). Ogni destinatario conferma la ricezione del telegramma; se ciò non avviene l’invio del telegramma può essere ripetuto (fino a tre volte). Se la ricezione del telegramma non viene confermata, la procedura di invio viene interrotta e l’errore viene registrato nella memoria del trasmettitore.
- I telegrammi vengono modulati su tensione continua; uno zero logico viene trasmesso come impulso, mentre l’assenza di impulsi viene interpretata come un uno logico.
- Configurazione e topologia
- La più piccola configurazione del sistema KNX è rappresentata da una linea; ad essa possono essere collegati fino a 64 apparecchi bus senza fare uso di ripetitori di segnale, facendo uso di questi, in numero massimo di 3, è possibile collegare fino a 256 dispositivi.
- Si potranno collegare fino a 15 linee bus tra loro mediante gli accoppiatori di linea ed una linea dorsale (nota come “linea principale”); ogni linea va alimentata separatamente mediante un alimentatore KNX, se nella linea vi sono ripetitori si dovrà utilizzare un alimentatore per alimentare ogni tratta che parte da un ripetitore. Nella configurazione così ottenuta (“campo”), si possono collegare oltre 3600 apparecchi.
- Inoltre dovrà essere possibile collegare in rete KNX con una linea dorsale (backbone) fino a 15 campi.
- Il sistema Bus Konnex dovrà permettere una grande libertà in termini di topologie ammesse: filare, ad albero, a stella, od una qualsiasi loro combinazione. Ogni linea può arrivare a misurare 1.000 m, comprese tutte le diramazioni; due apparecchi Konnex,

collegati alla stessa linea, possono essere installati ad una distanza massima di 700 m fra loro, mentre ogni apparecchio non deve distare più di 350 m dall'alimentatore della linea.

- Apparecchi Bus
- Ogni apparecchio Konnex è formato da una parte di interfaccia al bus (accoppiatore) e da una parte specifica dell'applicazione.
- L'interfaccia al bus riceve i telegrammi dalla linea bus, li decodifica e li passa alla parte applicativa dei dispositivi che provvede ad eseguirne il contenuto (ad esempio nel caso di comandi); viceversa la parte applicativa del dispositivo invia informazioni (ad esempio di stato) all'interfaccia bus che provvede alla loro codifica ed al successivo invio sulla linea bus.
- L'interfaccia bus può disporre di un proprio microprocessore dedicato, in ogni caso deve essere realizzata in modo tale da non perdere i parametri e le informazioni impostate in fase di configurazione anche in caso di assenza di alimentazione.
- In generale per soddisfare questo requisito vengono utilizzate una memoria non volatile ROM (Read Only Memory), una memoria volatile RAM (Random Access Memory) ed una memoria EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM) (o di tipo FLASH) non volatile ma modificabile:
  - nella memoria ROM è contenuto il software specifico di sistema che non può essere modificato dall'utente;
  - nella memoria RAM, il microprocessore memorizza le informazioni circa lo stato attuale dell'apparecchio bus;
  - nella memoria EEPROM vengono memorizzati i parametri per la funzione da svolgere (ad esempio facendo uso del programma di configurazione KNX ETS® (Engineering Tool Software)).
- Descrizione degli apparecchi
- Dispositivi di sistema
- Alimentatore del Bus
- Dispositivo per generare e controllare la tensione di sistema necessaria per una linea bus; il dispositivo può integrare una bobina di accoppiamento al bus oppure la bobina può essere esterna all'alimentatore. La bobina integrata evita interferenze tra l'alimentazione ed i telegrammi circolanti sul bus; il tasto di reset integrato permette di riportare i componenti della linea alimentata al loro stato iniziale. Tensione d'uscita: tensione di protezione SELV, 29 Vcc  $\pm$  1Vcc. Corrente d'uscita: sufficiente ad alimentare i dispositivi collegati al bus, l'alimentatore deve essere protetto contro il corto circuito. 3 LED per indicare: sovraccarico (rosso), stato di normale servizio (verde), stato di reset (rosso)
- Accoppiatore linea/campo
- Dispositivo per il collegamento logico di linee bus o di campi funzionali. Il dispositivo separa galvanicamente linee bus o interi campi funzionali. La separazione funzionale, indispensabile per ridurre il carico del bus, e quindi il "collasso", è realizzata filtrando opportunamente il flusso di dati; il dispositivo è parametrizzabile separatamente nelle due direzioni, in modo che venga consentito il transito di tutti i telegrammi o di nessuno, o solo di alcuni, secondo la tabella di filtraggio impostabile dal software di configurazione ETS. Inoltre, si può decidere se inviare telegrammi di ripetizione, nel caso in cui un telegramma inviato non sia stato riconosciuto.
- Cavo Bus YCYM 1x2x0,8
- Il cavo da utilizzare per il sistema di controllo degli edifici Konnex deve essere marcato KNX (o EIB) e deve essere del tipo YCYM 1x2x0,8 mm<sup>2</sup> o YCYM 2x2x0,8

mm<sup>2</sup>, composto rispettivamente da una coppia o due coppie di conduttori twistati; tensione di prova: 4 kV. Può essere disposto adiacente al cavo energia fino a 400 V ed è indicato per montaggio sporgente o incassato, per la disposizione in tubi, in ambienti asciutti ed all'aperto, purché protetti dall'irraggiamento solare diretto. Nel caso di una sola coppia il colore dei fili è rosso-nero, nel caso vi sia la seconda coppia il colore di questa è giallo-bianco

- Interfaccia RS232 EIB o USB EIB
- Dispositivo per il collegamento di un PC ad un sistema bus KNX, tramite un connettore a 9 poli Sub-D o connettore USB. Il dispositivo può essere connesso in qualunque punto della rete Konnex. Utilizzando software opportuni, consente la parametrizzazione, la diagnosi e la supervisione del sistema.
- Dispositivi per ingressi e uscite binarie
- Ingressi binari a 230 Vca
- Lo stato del contatto è trasmesso mediante telegrammi sul bus KNX, il numero degli ingressi è specifico del tipo di dispositivo. Questi dispositivi consentono di utilizzare interruttori per le funzioni di comando normali e possono essere utilizzati per rilevare lo stato di presenza/assenza di tensione a valle di interruttori magnetotermici e differenziali. Lo stato degli ingressi viene mostrato nella parte frontale dell'apparecchio da LED, illuminati in corrispondenza della chiusura dei contatti. In dipendenza dei diversi programmi applicativi, ogni canale può essere configurato in modo da realizzare funzioni diverse, tutte controllabili attraverso l'interfaccia KNX: comando on/off, comando on/off monostabile, l'invio ciclico di telegrammi di stato, ecc. Tensione di segnale "1" all'ingresso: da 160 V a 230 Vca, da 50 a 60 Hz. Tensione di segnale "0" all'ingresso: da 0 V a 40 Vca, da 50 a 60 Hz. La linea bus è collegata tramite morsetto bus.
- Ingressi binari per contatti privi di potenziale
- Ingresso binario per la lettura dello stato di contatti puliti (privi di potenziale); la tensione di lettura è fornita direttamente dal dispositivo (SELV). Lo stato del contatto è trasmesso mediante telegrammi sul bus KNX. Il numero di ingressi è specifico del dispositivo. Questi dispositivi consentono di interfacciare in un impianto bus KNX tutti quei dispositivi tradizionali che forniscono informazioni mediante contatti puliti: sensori di allarme, interruttori e pulsanti, termostati ecc. Lo stato degli ingressi viene mostrato nella parte frontale dell'apparecchio da LED, illuminati in corrispondenza della chiusura dei contatti. In dipendenza dei diversi programmi applicativi, ogni canale può essere configurato in modo da realizzare funzioni diverse tutte controllabili attraverso l'interfaccia KNX: comando on/off, comando on/off monostabile, l'invio ciclico di telegrammi di stato, ecc. La linea bus è collegata tramite morsetto bus.
- Uscite binarie
- Uscita binaria per la commutazione di contatti puliti (privi di potenziale). Il numero di contatti o di uscite comandabili è specifico del tipo di dispositivo. Il controllo dei contatti viene fatto in modo completo attraverso il bus KNX. Questi dispositivi possono essere utilizzati per connettere/disconnettere carichi elettrici. La linea bus è collegata tramite morsetto bus
- Tipo Cavo
- Tipo cavo: YCYM 1x2x0,8mm<sup>2</sup> o YCYM 2x2x0,8mm<sup>2</sup>
- Disposizione cavo: incassata, in superficie, sporgente
- Lunghezza di una linea (diametro conduttore: 0,8 mm):
- max 1000 m (incluse tutte le derivazioni)
- Distanza fra due dispositivi bus: max 700 m

- Distanza tra un dispositivo bus e l'alimentatore: max 350 m
- Certificazioni: certificazione KNX o EIB
- [più le eventuali altre certificazioni richieste in modo specifico]
- Apparecchi Bus
- Numero dei campi: 15 max
- Numero di linee per campo: 15 max
- Numero di apparecchi bus per linea: 64 max
- Topologia
- Configurazione filare, a stella, ad albero
- Alimentazione
- Tensione di sistema : 29 Vcc (tensione di sicurezza SELV)
- Trasmissione
- Tecnica di trasmissione: decentralizzata, pilotata da eventi, seriale, simmetrica
- Velocità: 9600 bit/s
- Caratteristiche degli apparecchi
- Grado di protezione IP 20
- Protezione bus tensione di sicurezza 29 Vdc
- Classe di sovratensione III
- Tensione di isolamento nominale  $U_i$  250 V
- Grado di inquinamento 2
- Requisiti EMC rispettati EN 50081-1 ed EN 50082-2
- (grado di precisione 3), 50090-2.2
- Resistenza agli agenti atmosferici EN 50090-2.2
- Condizioni di impiego
- Luoghi di impiego installazione fissa in ambienti chiusi, spazi asciutti, incasso in quadri di distribuzione
- Temperatura ambiente durante il funzionamento da -5 a +45°C
- Grado di umidità durante il funzionamento max 93% (non condensante)
- Temperatura di stoccaggio da -25 a +55°C
- Grado di umidità nello stoccaggio max 93% (non condensante)
- Certificazioni

## 2.75 IMPIANTO DI DISPERSIONE E SCARICHE ATMOSFERICHE INDIRETTO

**Casa costruttrice:** ZOTUP o equivalente

Scariche atmosferiche indirette protezione da scaricatori

Classe di prova 1

Protezione Quadri di Distribuzione primaria

Quadri PCC , direzione esercizio, ok gol, stazione di servizio, cabina elettrica 5.5kV, cabina elettrica 15kV, quadri area esterna, linee telefoniche, linee in media tensione, linee antenna radio e linee in categoria 6 per telecamere.

SPD L 13/40 230 t ff aventi le seguenti caratteristiche

Scaricatore di sovratensioni a limitazione, caratterizzato da:

Limitazione di sovracorrente non richiesta per  $I_{sc} \leq 4,5$  kA eff

Indicatore di stato a 3 livelli con indicazione progressiva delle prestazioni

Pollution Degree 3 e Temperature Extended Range

NO FOLLOW CURRENT®, impedisce la circolazione della corrente seguente di rete dopo l'intervento

Tensione nominale del circuito di alimentazione  $U_n$  230/400 V ac

Numero di poli	1		
Tensione massima continuativa	Uc	335 V ac / 420 V dc	
Classe di prova (Secondo IEC 61643-11 Ed. 1.0 2011-03)			I e II
Tipo (secondo CEI EN 61643-11 2012-10)		T1 e T2	
Orrente ad impulso (10/350) Iimp	13 kA		
Corrente nominale di scarica (8/20 µs)	In	25 kA	
Corrente massima di scarica (8/20 µs)	Imax	70 kA	
Livello di protezione con I: 1 kA	Up	≤ 0,80 kV	
13 kA	Up	≤ 1,20 kV	
20 kA	Up	≤ 1,35 kV	
25 kA	Up	≤ 1,50 kV	
40 kA	Ures	≤ 1,80 kV	
Tempo di intervento	ta	≤ 25 ns	
Comportamento in caso di guasto		OCFM a circuito aperto	
Tenuta alla corrente di cortocircuito con max fusibile di protez. (L)		Isc cr	100 kA rms
Fusibile di protezione max (L) per Iscc	≤ 4,5 kA eff		Non richiesto
≤ 50 kA eff	125/160 A gG*		
Previene la circolazione della corrente seguente di rete			NFC No Follow Current®
Indicatore di stato		3 livelli colorati con indicazione performance	
Temperatura di esercizio		-40 ... +80 °C	
Sezione di collegamento del morsetto per conduttore			4-25 mm2 multifilare
Morsetto di collegamento per conduttore		Connettore a pettine 16 mm2	
Montaggio		Per interno, su guida DIN 35 mm	
Materiale custodia / grado di infiammabilità		BMC / V-0 secondo UL 94	
Pollution degree		3	
Grado di protezione		IP20	
Peso indicativo		140g	
Larghezza		17,5mm (1 modulo)	
Certificazione		CTI	
Contatto di segnalazione remota			
Tipo		Contatto in scambio privo di potenziale	
Sezione dei conduttori del connettore		max. 1,5 mm2 multifilare	
Portata del contatto di segnalazione remota		ac: 250 V / 0,1 A – dc: 125 V / 0,2 A ; 75 V / 0,5 A	
*Con Fusibile 125A gG Iimp=10kA e Imax=40Ka			
SPD I 50 N-PE t avente le seguenti caratteristiche			
Scaricatore di sovratensioni spinterometrico per il collegamento N-PE in circuiti 1+1 e 3+1 degli SPD nei sistemi TT secondo la norma IEC 60 364-5-534 tra il conduttore di neutro N e il conduttore di protezione PE			
Indicatore di stato a 2 livelli verde/rosso			
Pollution Degree 3 e Temperature Extended Range			
Tensione nominale del circuito di alimentazione	Un	230/400 V ac	
Numero di poli	1		
Tensione massima continuativa	Uc	255 V ac	
Classe di prova (Secondo IEC 61643-11 Ed. 1.0 2011-03)			I e II
Tipo (secondo CEI EN 61643-11 2012-10)		T1 e T2	
Corrente ad impulso (10/350)	Iimp	50 kA	
Corrente nominale di scarica (8/20 µs)	In	50 kA	
Capacità d'estinzione della corrente seguente di rete	Ifi	100 A rms	

Livello di protezione Up	≤ 1,50 kV
Indicatore di stato	2 livelli colorati (verde/rosso)
Tempo di intervento	≤ 100 ns
Tensione TOV UT	1200 V / 200 ms
Temperatura di esercizio	-40 ... +80 °C
Sezione di collegamento del morsetto per conduttore	4-25 mm <sup>2</sup> multifilare
Morsetto di collegamento per conduttore	Connettore a pettine 16 mm <sup>2</sup>
Montaggio	Per interno, su guida DIN 35 mm
Materiale custodia / grado di infiammabilità	BMC / V-0 secondo UL 94
Pollution degree	3
Grado di protezione IP	20
Peso indicativo	130g
Larghezza	17,5mm (1 modulo)
Certificazione	CTI
Contatto di segnalazione remota	
Tipo	Contatto in scambio privo di potenziale
Sezione dei conduttori del connettore	max. 1,5 mm <sup>2</sup> multifilare
Portata del contatto di segnalazione remota	ac: 250 V / 0,1 A – dc: 125 V / 0,2 A ; 75 V / 0,5 A

N. 1 Connettore a pettine CP4 avente le seguenti caratteristiche

Materiale	Rame
Sezione	16 mm <sup>2</sup>

### **Classe di prova 2**

#### Protezione Quadri di Distribuzione secondaria

Quadri PCC , direzione esercizio, ok gol, stazione di servizio, cabina elettrica 5.5kV e cabina elettrica 15kV

SPD tipo L 3/30 230 ff

Cod. 200 100

Connettore tipo CP 4

Cod. 249 594

SPD L 3/30 230 ff avente le seguenti caratteristiche

Scaricatore di sovratensioni a limitazione, caratterizzato da:

Limitazione di sovracorrente non richiesta per  $I_{sc} \leq 4,5 \text{ kA eff}$

Indicatore di stato a 3 livelli con indicazione progressiva delle prestazioni

Pollution Degree 3 e Temperature Extended Range

NO FOLLOW CURRENT®, impedisce la circolazione della corrente seguente di rete dopo l'intervento

Tensione nominale del circuito di alimentazione Un 230/400 V ac

Numero di poli 1

Tensione massima continuativa Uc 335 V ac / 420 V dc

Classe di prova (Secondo IEC 61643-11 Ed. 1.0 2011-03) II

Tipo (secondo CEI EN 61643-11 2012-10) T2

Corrente ad impulso (10/350)  $I_{imp}$  3 kA

Corrente nominale di scarica (8/20  $\mu$ s) In 30 kA

Corrente massima di scarica (8/20  $\mu$ s)  $I_{max}$  40 kA

Livello di protezione con I: 1 kA Up ≤ 0,90 kV

5 kA Up ≤ 1,00 kV

20 kA Up ≤ 1,35 kV

25 kA Up ≤ 1,40 kV

30 kA Ures	$\leq 1,50$ kV	
Tempo di intervento	$t_a$	$\leq 25$ ns
Comportamento in caso di guasto		OCFM a circuito aperto
Tenuta alla corrente di cortocircuito con max fusibile di protez. (L)		Isc cr 50 kA rms
Fusibile di protezione max (L) per Iscc	$\leq 4,5$ kA eff	Non richiesto
	$\leq 50$ kA eff	125 A gG
Previene la circolazione della corrente seguente di rete		NFC No Follow Current®
Indicatore di stato		3 livelli colorati con indicazione performance
Temperatura di esercizio		-40 ... +80 °C
Sezione di collegamento del morsetto per conduttore		4-25 mm <sup>2</sup> multifilare
Morsetto di collegamento per conduttore		Connettore a pettine 16 mm <sup>2</sup>
Montaggio		Per interno, su guida DIN 35 mm
Materiale custodia / grado di infiammabilità		BMC / V-0 secondo UL 94
Pollution degree		3
Grado di protezione	IP	20
Peso indicativo		170g
Larghezza		17,5mm (1 modulo)
Certificazione		CTI
N. 1 Connettore a pettine CP4 avente le seguenti caratteristiche		
Materiale		Rame
Sezione		16 mm <sup>2</sup>

**Classe di prova 3**Protezione Quadri di Distribuzione terziaria e centralini terminali

SPD tipo L 2/10 230 t ff

Cod. 212 100

Connettore a pettine tipo CP4

Cod. 249 594

SPD L 2/10 230 ff aventi le seguenti caratteristiche

Scaricatore di sovratensioni a limitazione, caratterizzato da:

- Limitazione di sovracorrente non richiesta per Iscc  $\leq 4,5$  kA eff
- Indicatore di stato a 3 livelli con indicazione progressiva delle prestazioni
- Pollution Degree 3 e Temperature Extended Range
- NO FOLLOW CURRENT®, impedisce la circolazione della corrente seguente di rete dopo l'intervento

Tensione nominale del circuito di alimentazione Un 230/400 V ac

Numero di poli 1

Tensione massima continuativa Uc 335 V ac / 420 V dc

Classe di prova (Secondo IEC 61643-11 Ed. 1.0 2011-03) II

Tipo (secondo CEI EN 61643-11 2012-10) T2

Corrente ad impulso (10/350) Iimp 2 kA

Corrente nominale di scarica (8/20  $\mu$ s) In 10 kACorrente massima di scarica (8/20  $\mu$ s) Imax 20 kALivello di protezione con I: 1 kA Up  $\leq 1,10$  kV5 kA Up  $\leq 1,20$  kV10 kA Up  $\leq 1,30$  kVTempo di intervento  $t_a$   $\leq 25$  ns

Comportamento in caso di guasto OCFM a circuito aperto

Tenuta alla corrente di cortocircuito con max fusibile di protez. (L) Iscc 50 kA rms

Fusibile di protezione max (L) per Iscc  $\leq 4,5$  kA eff Non richiesto

$\leq 50$ kA eff	63 A gG	
Previene la circolazione della corrente seguente di rete		NFC No Follow Current®
Indicatore di stato	3 livelli colorati con indicazione performance	
Temperatura di esercizio	-40 ... +80 °C	
Sezione di collegamento del morsetto per conduttore		4-25 mm <sup>2</sup> multifilare
Morsetto di collegamento per conduttore		Connettore a pettine 16 mm <sup>2</sup>
Montaggio	Per interno, su guida DIN 35 mm	
Materiale custodia / grado di infiammabilità		BMC / V-0 secondo UL 94
Pollution degree	3	
Grado di protezione	IP 20	
Peso indicativo	110g	
Larghezza	17,5mm (1 modulo)	
Certificazione	CTI	
Contatto di segnalazione remota		
Tipo	Contatto in scambio privo di potenziale	
Sezione dei conduttori del connettore		max. 1,5 mm <sup>2</sup> multifilare
Portata del contatto di segnalazione remota		ac: 250 V / 0,1 A – dc: 125 V / 0,2 A ; 75 V / 0,5 A

N. 1 Connettore a pettine CP4 avente le seguenti caratteristiche

Materiale	Rame
Sezione	16 mm <sup>2</sup>

### Protezione linee di segnale

PROTEZIONE LINEA ADSL

SPD tipo S ADSL

Cod. 500 003

Limitatore di sovratensione per la protezione di circuiti trasmissione fonia/dati , in occasione di scariche indirette, così costituito:

- N. 1 SPD con funzionamento a limitazione tipo S-ADSL cod. 500 003 per l'installazione tra i conduttori attivi e Terra, avente le seguenti caratteristiche :

Tensione massima continuativa  $U_c$ : 170 V c.c.

Classe di prova sec .IEC 61643-1+A1: II

Corrente nominale di scarica  $I_n$ : 5 kA (8/20  $\mu$ s) (PIN 4 + PIN 5/PE)

Corrente max. di scarica: 2,5 kA (8/20  $\mu$ s) (PIN 4 + PIN 5/PE)

Livello di protezione  $U_p$ :  $\leq 1000$  V (PIN 4 + PIN 5/PE)

$\leq 500$  V (PIN 4/5)

Tempo di risposta:  $\leq 100$  ns (PIN 4 + PIN 5/PE)

$\leq 1$  ns (PIN 4/5)

Induttanza longitudinale 50  $\mu$ H

Frequenza di trasmissione massima  25 MHz

Sezione del PE : 1,5 mm<sup>2</sup>

LINEE TVCC POE ( 6 telecamere esterne)

Lato TVCC

SPD tipo S-F 1/48

Cod. 318 009

N. 1 SPD S-F 1/48 avente le seguenti caratteristiche

Impiego tipico: protezione da sovratensioni di telecamere e concentratori TVCC con cavo

Ethernet e connettore RJ45 femmina / RJ45 femmina

Classe SPD Type 3

Numero di linee di segnale protette 1 (2 coppie)

Tensione nominale UN 48 V dc  
 Corrente nominale di linea IL 1 A  
 Corrente nominale di scarica (8/20  $\mu$ s) per porta C2 In 150 A  
 Corrente massima di scarica (8/20  $\mu$ s) filo  $\square$  PG C2 In 2,5 kA  
 Livello di protezione con 1 kV/  $\mu$ s filo  $\square$  filo C3 Up  $\leq$  150 V  
 Livello di protezione con 1 kV/  $\mu$ s filo  $\square$  PG C3 Up  $\leq$  500 V  
 Banda passante f 600 Mbit/s  
 Attenuazione tipica at 3 db a 100 MHz  
 Massima capacit  filo  $\square$  filo C  $\leq$  50 pF  
 Temperatura d'esercizio -25 ... +70°C  
 Connettori in entrata/uscita RJ45 femmina  
 Occupazione PIN 3/6, 4/5  
 Montaggio su guida DIN 35mm EN50022  
 Collegamento a terra cavetto 3 mm<sup>2</sup>  
 Peso 105 g  
 Note - Ogni unit  protegge 1 linea  
 - Idonei all'installazione all'interfaccia 1-2 e maggiori in accordo con il criterio delle zone di protezione da fulmine  
 - Idoneo alla protezione fine anche di concentratori per TVCC con cavo Ethernet e connettore RJ45  
 - Protezione di tutte le 4 coppie di fili di ogni linea, tale caratteristica lo rende universale nelle applicazioni  
 Lato Switch  
 SPD tipo S-F 1/48  
 Cod. 318 009  
 SPD S-F 1/48 avente le seguenti caratteristiche  
 Impiego tipico: protezione da sovratensioni di telecamere e concentratori TVCC con cavo Ethernet e connettore RJ45 femmina / RJ45 femmina  
 Classe SPD Type 3  
 Numero di linee di segnale protette 1 (2 coppie)  
 Tensione nominale UN 48 V dc  
 Corrente nominale di linea IL 1 A  
 Corrente nominale di scarica (8/20  $\mu$ s) per porta C2 In 150 A  
 Corrente massima di scarica (8/20  $\mu$ s) filo  $\square$  PG C2 In 2,5 kA  
 Livello di protezione con 1 kV/  $\mu$ s filo  $\square$  filo C3 Up  $\leq$  150 V  
 Livello di protezione con 1 kV/  $\mu$ s filo  $\square$  PG C3 Up  $\leq$  500 V  
 Banda passante f 600 Mbit/s  
 Attenuazione tipica at 3 db a 100 MHz  
 Massima capacit  filo  $\square$  filo C  $\leq$  50 pF  
 Temperatura d'esercizio -25 ... +70°C  
 Connettori in entrata/uscita RJ45 femmina  
 Occupazione PIN 3/6, 4/5  
 Montaggio su guida DIN 35mm EN50022  
 Collegamento a terra cavetto 3 mm<sup>2</sup>  
 Peso 105 g  
 Note - Ogni unit  protegge 1 linea  
 - Idonei all'installazione all'interfaccia 1-2 e maggiori in accordo con il criterio delle zone di protezione da fulmine

- Idoneo alla protezione fine anche di concentratori per TVCC con cavo Ethernet e connettore RJ45
- Protezione di tutte le 4 coppie di fili di ogni linea, tale caratteristica lo rende universale nelle applicazioni

Riassumendo:

Tipologia	Codice
SPD tipo L 13/40 230 t ff	214 100
SPD tipo I 50 206 300	
SPD tipo L 3/30 230 t ff	210 100
SPD tipo L 2/10 230 t ff	206 300
Connettore tipo CP 4	249 594
SPD tipo S – S 1/48	318 009
SPD tipo S ADSL	500 003

### **Protezione da impianto di dispersione Impianto di dispersione**

Nodo equipotenziale in acciaio ramato sezione 35mmq con bulloni in acciaio ramato  
 Conduttore di protezione per nodi equipotenziali 35mmq N07VK  
 Conduttore di dispersione per nodi equipotenziali 35mmq N07VK  
 Conduttore di dispersione nudo 35mmq  
 Conduttore equipotenziale supplementare 16mmq  
 Conduttore equipotenziale per colonna montante N07VK 16mmq  
 Dispersore per impianto di dispersore in acciaio ramato 1,5m

## **2.76 GRUPPO DI CONTINUITA PER ILLUMINAZIONE SICURA 20kVA**

**Casa costruttrice:** Bticino o equivalente

Autonomia 90' a pieno carico

Dati Tecnici:

Il gruppo di continuità dovrà essere costituito da:

un quadro prefabbricato contenente: raddrizzatore, inverter, apparecchiature di controllo, manovra, protezione, accessori e connessioni per gruppo di continuità statico da 20kVA, inclusi by-pass statico e manuale.

1 quadro prefabbricato contenente batterie ermetiche al piombo;

interconnessioni di potenza ed ausiliarie tra i precitati sottosistemi.

La tensione di ingresso è di 400V trifase, quella di uscita è di 400V trifase con neutro.

Stato dei neutri

Si richiede che il neutro del sistema elettrico a valle del gruppo, (cioè il centro stella del trasformatore di uscita dall'inverter) risulti connesso direttamente a terra, a mezzo di corda giallo-verde N07V-K da 50 mm<sup>2</sup> che si attesterà alla sbarra di terra di cabina.

Sezionamenti e protezioni

Si richiede che ogni armadio che faccia parte del gruppo sia dotato di apparecchi di sezionamento (interruttori di manovra od interruttori) sulle linee in ingresso dalle quali potrebbe ricevere tensione.

Gli apparecchi in questione devono avere prestazioni congruenti con le correnti di esercizio e di guasto presenti sulle reti; in particolare, per quanto si riferisce alla rete a 50 Hz, si richiede per gli apparecchi sopracitati una corrente di breve durata di 15kA per 1 sec e di 25kA di cresta.

Gli apparecchi in oggetto che siano di tipo automatico, devono risultare selettivi con gli interruttori installati a monte ed a valle.

Protezione contro contatti indiretti

Sia la rete in corrente continua, sia quella a 50 Hz, devono risultare protette contro i contatti indiretti ai sensi dell'art. 413 delle CEI 64-8.

In proposito si ricorda che, essendo connesso a terra il neutro del sistema a 400V a monte del raddrizzatore, nel caso in cui l'UPS non sia dotato di trasformatore di ingresso, anche la rete in continua risulta riferita a terra. Pertanto il sistema delle batterie risulta di categoria I, e deve essere protetto adeguatamente.

Si richiama altresì l'attenzione sul fatto che la rete a 50 Hz a valle del gruppo deve risultare protetta contro contatti indiretti, anche nel caso in cui il gruppo sia funzionante con alimentazione da batterie, in assenza della rete a 50 Hz (con interruttori tetrapolari a monte aperti).

Si richiede che anche in questa situazione il sistema a valle risulti di tipo TN-S, e si richiede di specificare la massima corrente che il gruppo è in grado di imprimere.

Protezione contro contatti diretti

Dietro le portelle degli armadi e dei quadri, anche se dotate di chiusura a chiave, nei quali risulterebbero accessibili parti in tensione, devono essere predisposti schermi in materiale plastico trasparente ed autoestinguente od in grigliato, smontabili solo a mezzo di attrezzo, così da garantire, a portella aperta, un grado di protezione IP20 verso l'esterno, e recanti scritte monitorie.

Il grado di protezione IP30 deve essere garantito dall'involucro esterno del quadro.

Prestazioni richieste

Si richiedono specifiche di prestazione non inferiori a quelle indicate nel seguito.

Potenza nominale con fattore di potenza = 0,8 e temp. Aria ambiente = 35°C: 20kVA in servizio continuo.

Sovraccarico ammesso per 1 minuto: non inferiore al 150%

“ “ per 10 minuti: “ “ al 125%

Frequenza di uscita: 50 Hz

Tensione di ingresso: 400V, trifase

Tensione di uscita: 400V, trifase con neutro

Regolazione della tensione in uscita: + 3%

Fascia della variazione della tensione di ingresso a 50 Hz nella quale il gruppo deve funzionare senza intervento dalla batteria:

: + 15/ - 10% per valore efficace

: + 5% per frequenza

Tolleranza statica sulla tensione di uscita: + 1%

Per variazione 0 – 100% del carico, della tensione di batteria e della temperatura nei limiti che saranno precisati in offerta.

Tolleranza dinamica sulla tensione di uscita:

per variazione 0 – 100% del carico, mancanza e ritorno rete: -8 - +10%

Tempo di ripristino entro il + 3%: <20 msec

Per variazione 0 – 100% del carico

Stabilità della frequenza (sincronismo da rete): + 1%

Dissimetria massima delle tensioni di uscita con carico equilibrato: +1%

Dissimetria massima con squilibrio del 50%: +3%

Distorsione armonica totale massima: 2% su carico lineare

Tolleranza dinamica sulla frequenza di uscita per variazione del carico 0-100%, o per mancanza e ritorno rete: +1%

Rumore massimo, ventilazione funzionante: 65 dbA ad 1 m

Livello di radiodisturbi: secondo VDE 0875 grado N

Rendimento al 100% del carico: non inferiore al 95%

“ “ 50% “ “ : “ “ al 93%

### **Commutatore statico e manuale**

Il commutatore statico deve trasferire, automaticamente ed in tempi inferiori ad 1 msec, l'utenza sulla rete al verificarsi di una delle seguenti condizioni:

guasto dell'inverter;  
 tensione di uscita fuori tolleranza;  
 tensione continua fuori tolleranza;  
 sovraccarico (oltre i limiti tollerati e garantiti);  
 corto circuito.

Al ripristino delle condizioni normali, l'utenza deve essere ribaltata su inverter senza soluzione di continuità.

Il commutatore statico deve essere proporzionato per una potenza passante di 50kVA continuativi e per i sovraccarichi transitori ammessi dall'UPS.

Deve altresì essere previsto un sistema di by-pass elettromeccanico, azionabile manualmente.

Il suddetto by-pass deve essere proporzionato per una potenza passante non inferiore a 20kVA, e deve essere contenuto in quadro protetto IP30 con portelle munite di chiusura a chiave.

Deve essere precisata in offerta la garanzia scritta che tutti i componenti dell'apparato di by-pass risultino compatibili con le correnti di guasto presunte sull'impianto (15kA simmetrici, 25kA di cresta).

Limiti di emissione armonica

La cifra di emissione armonica totale in corrente verso rete deve essere contenuta entro il 5%.

La suddetta prestazione può essere garantita a mezzo della installazione di un sistema di filtri, o prevedendo il convertitore in configurazione dodecafase od eventualmente con trasformatori di sfasamento.

In entrambi i casi, dovranno essere precisati in offerta:

i livelli di distorsione armonica percentuale in corrente garantiti per la 5°, 7°, 11°, 13°, 17°, 19°, 23° e 25° armonica;

il fattore di potenza all'ingresso dei gruppi, al 100%, 50%, 30% del carico nominale.

Strumentazione a bordo del gruppo

Su un apposito pannello sinottico dovranno essere riportate le segnalazioni corrispondenti ai seguenti stati (rinviati a morsettiera per eventuale riporto al telecomando):

per il sistema completo:

batteria in carica tampone

batteria in carica rapida

batteria in scarica

batteria a fine scarica

presenza rete di ingresso

per gli inverter

carico alimentato da inverter

carico alimentato da rete

inverter in marcia

rete soccorso presente

inverter in sincronismo

per il commutatore statico

commutatore abilitato

commutatore bloccato.

Sono altresì richiesti i seguenti allarmi (rinviati a morsettiera per riporto a telecomando):

per i gruppi raddrizzatore batterie

mancanza rete  
guasto raddrizzatore  
sovratemperatura trasformatori (1° e 2° soglia)  
intervento protezioni  
sovraccarico raddrizzatore  
mancanza ventilazione  
per gli inverter  
sovraccarico  
guasto  
fuori sincronismo  
mancanza ventilazione  
fermo per sovraccarico.

I comandi presenti sul fronte dei quadri del gruppo, oltre a quelli dei sezionatori e degli interruttori installati, devono essere almeno i seguenti:

azionamento e blocco del commutatore statico;  
marcia-arresto inverter;  
comando carica rapida;  
by-pass manuale (a mezzo manipolatore)

Sono richieste le seguenti misure (di tipo analogico o digitale):

tensione ingresso raddrizzatore (a 6+1 posizioni);  
corrente uscita raddrizzatori;  
tensione uscita inverter;  
corrente di batteria;  
tensione di uscita UPS (a 6+1 posizioni);  
corrente di uscita UPS sulle 3 fasi e sul neutro;  
frequenza di uscita.

### **Batterie**

Saranno di tipo ermetico al piombo, idonee a garantire una autonomia di 60 minuti alla piena potenza del gruppo (20kVA).

Dovranno essere specificati in offerta:

la tensione in carica;  
la tensione di carica rapida;  
la tensione di carica di mantenimento;  
la tensione di fine scarica (min.);  
il numero degli elementi;

le apparecchiature di protezione previste, in relazione anche a quanto richiesto in precedenza per la protezione contro contatti indiretti.

Le batterie dovranno essere contenute in scomparti prefabbricati con grado di protezione IP30, dotati di portella con chiusura a chiave. Nel quadro dovranno essere installate le apparecchiature di sezionamento e protezione richieste in precedenza.

### **Prove di accettazione**

Il Committente si riserva di fare eseguire, presso il fornitore o dopo l'installazione (\*) ed alla presenza di D.L., alcune o tutte le seguenti prove di accettazione:

avviamento, presa di carico e fermata;  
simulazione di mancanza e di ritorno rete;  
misura del rendimento globale e del fattore di potenza in ingresso al 100%, al 50%, ed al 30% del carico;

---

(\*)

funzionamento con tensione di rete al + 15% ed al -10%;  
misura della distorsione e della dissimetria con carico equilibrato e squilibrato;  
livello di rumore;  
verifica del grado di soppressione dei disturbi;  
verifica della capacità del gruppo di erogare i sovraccarichi garantiti;  
misura della perturbazione di tensione e dei tempi di ripristino per:  
inserzione/distacco del 100% carico;  
inserzione/distacco del 50% del carico;  
interruzione/ritorno rete;  
commutazione del carico da gruppo a rete e viceversa;  
corrente di corto circuito (con rete presente e no).  
Tutti gli oneri relativi alla esecuzione delle prove, sopra descritte (strumentazione, personale) saranno a carico dell'Assuntore.  
Specifiche generali sui quadri per il sistema di continuità  
Tutti i sottosistemi dai quali è composto il sistema di continuità (UPS, by-pass, batterie, eventuali filtri, ecc, ecc,) devono essere contenuti all'interno di scomparti prefabbricati, con le seguenti caratteristiche costruttive generali:  
esecuzione con lamiera 20/10 verniciata con polveri epossidiche polimerizzate a forno, punto di colore RAL 5005;  
grado di protezione sull'involucro esterno IP30;  
portelle con chiusura a chiave; a portella aperta le parti eventualmente in tensione devono essere schermate da ripari IP20;  
sbarra di terra 40x5 mm<sup>2</sup> in rame;  
aperture di ventilazione; cartelli monitori con segnalazione delle tensioni presenti e delle manovre per la messa in sicurezza degli scomparti.

## 2.77 GRUPPO DI CONTINUITA PER ILLUMINAZIONE SICURA 60kVA

**Casa costruttrice:** Bticino o equivalente

Autonomia 90' a pieno carico

Il gruppo di continuità dovrà essere costituito da:

stesse caratteristiche del gruppo di continuità per illuminazione sicura

## 2.78 TUBAZIONI PER ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE PIAZZALE

**Casa costruttrice:** Bticino o equivalente

### **Dati Tecnici:**

Cavidotti di bassa tensione

Ogni cavidotto interrato predisposto per gli svincoli di ingresso e uscita, sarà costituito da n.4 tubazioni interrate diametro 110mm, due tubi per circuiti di illuminazione stradale e due tubi per forza motrice.

Sarà realizzato in materiale termoplastico (PVC) rigido, della serie pesante, di colore nero con banda gialla d'identificazione, bicchiere liscio per giunzioni ad incollaggio, resistenza allo schiacciamento 450N, costruito per la realizzazione di cavidotti atti al passaggio dei cavi, autoestinguenza <30", prodotto in conformità alle seguenti norme:

CEI EN 50086-1 (CEI 23-39)

CEI EN 50086 -2-4/A1 (CEI 23-46;V1);

I dati dimensionali minimi dovranno essere i seguenti:

Diametro esterno	110mm;
Diametro interno minimo	96mm;
Spessore minimo	5mm;
Lunghezza minima	3m;



Il tracciato dei tubi protettivi deve avere andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per consentire lo scarico di eventuale condensa) o verticale.

Le curve devono essere effettuate con raccordi speciali o con curvatura che non danneggino il tubo e non pregiudichi la sfilabilità dei cavi; in particolare l'uso dei gomiti è vietato.

#### Cavidotti di segnale

Ogni cavidotto interrato predisposto per gli svincoli di ingresso e uscita, sarà costituito da n.6 tubazioni interrate diametro 110mm, tre tubi per fibra ottica e tre tubi per riserva.

Sarà realizzato in materiale termoplastico (PVC) rigido, della serie pesante, di colore nero con banda gialla d'identificazione, bicchiere liscio per giunzioni ad incollaggio, resistenza allo schiacciamento 450N, costruito per la realizzazione di cavidotti atti al passaggio dei cavi, autoestinguenza <math><30''</math>, prodotto in conformità alle seguenti norme:

CEI EN 50086-1 (CEI 23-39)

CEI EN 50086 -2-4/A1 (CEI 23-46;V1);

I dati dimensionali minimi dovranno essere i seguenti:

Diametro esterno	110mm;
Diametro interno minimo	96mm;
Spessore minimo	5mm;
Lunghezza minima	3m;

#### Cavidotti di media tensione

Ogni cavidotto interrato predisposto per gli svincoli di ingresso e uscita, sarà costituito da n.2 tubazioni interrate diametro 200mm, uno per media tensione e uno per riserva.

Sarà realizzato in materiale termoplastico (PVC) rigido, della serie pesante, di colore nero con banda gialla d'identificazione, bicchiere liscio per giunzioni ad incollaggio, resistenza allo schiacciamento 450N, costruito per la realizzazione di cavidotti atti al passaggio dei cavi, autoestinguenza <math><30''</math>, prodotto in conformità alle seguenti norme:

CEI EN 50086-1 (CEI 23-39)

CEI EN 50086 -2-4/A1 (CEI 23-46;V1);

I dati dimensionali minimi dovranno essere i seguenti:

Diametro esterno	200mm;
Diametro interno minimo	183mm;
Spessore minimo	5mm;
Lunghezza minima	3m;



Il tracciato dei tubi protettivi dovrà avere andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per consentire lo scarico di eventuale condensa) o verticale.

Le curve saranno effettuate con raccordi speciali o con curvatura che non danneggino il tubo e non pregiudichi la sfilabilità dei cavi; in particolare l'uso dei gomiti sarà vietato.

**Impiego:** Da installare sul piazzale esterno

### 2.79 PALI PER ILLUMINAZIONE STRADALE 12 metri fuori terra

**Casa costruttrice:** Carpal o equivalente

**Dati Tecnici:**

Palo conico in acciaio zincato a caldo a caldo secondo UNI EN40 parte 4°

Palo tipo laminato a caldo, tronco conico, a sezione circolare, ricavato da tubi in acciaio FE 360B;

Altezza totale minima 12 m

Spessore  $\geq 4$ mm

Diametro alla sommità 60mm

Diametro alla base 158mm

Braccio alla sommità lunghezza 2,5m

Completo di morsettiera con fusibile e portella in alluminio, piastra di messa a terra

Completo di cavi di collegamento 3G4 FG16(O)R16 da pozzetto a testa palo con ricchezza del 15%;

Attacco testa palo diametro 60mm – spessore 3mm;

Corda di rame da palo a dispersore 16mmq

Sono previste inoltre per ogni palo:

Verifica altezza dal piano viabile pari a 12m ft

**Impiego:** Da installare sugli svincoli e strada di accesso

### 2.80 PALI PER ILLUMINAZIONE SECURITY 6 metri fuori terra

**Casa costruttrice:** Carpal o equivalente

**Dati Tecnici:**

Palo conico in acciaio zincato a caldo a caldo secondo UNI EN40 parte 4°

Palo tipo laminato a caldo, tronco conico, a sezione circolare, ricavato da tubi in acciaio FE 360B;

Altezza totale minima 6 m

Spessore  $\geq 4$ mm

Diametro alla sommità 60mm

Diametro alla base 128mm

Completo di morsettiera con fusibile e portella in alluminio, piastra di messa a terra

Completo di cavi di collegamento 3G4 FG16(O)R16 da pozzetto a testa palo con ricchezza del 15%;

Attacco testa palo diametro 60mm – spessore 3mm;

Corda di rame da palo a dispersore 16mmq  
Sono previste inoltre per ogni palo:  
Verifica altezza dal piano viabile pari a 6m ft  
**Impiego:** Da installare sulla pista security

## 2.81 TORRE FARO DOPPIA CON FLANGIA E TIRAFONDI ALTEZZA 20m

**Casa costruttrice:** Carpal o equivalente

**Dati Tecnici:** Torre faro a piattaforma fissa

- Torre faro a piattaforma fissa
- altezza totale 20m fuori terra
- acciaio S355 UNI UN 10025
- sezione troncopiramidale
- lamiera pressopiegata e saldata in longitudinale
- montaggio degli steli mediante innesto forzato (slip on joint )
- zincatura tramite immersione in vasche di zinco
- spessore zinco conforme norme UNI EN ISO 1461
- asola entrata cavi
- asola di ispezione
- tasche di messa a terra
- interrimento 1,5m
- spessore 4+4mm
- diametro della flangia alla base 705mm
- diametro di base 510mm
- diametro alla sommità 194mm
- numero di steli due
- peso teorico 2200kg
- struttura superiore per fissaggio apparecchi illuminanti
- posizione apparecchi illuminanti a 360°

**Impiego:** Da installare sul piazzale

## 2.82 POZZETTI E CHIUSINI

**Dati Tecnici:**

Da posizionare all'esterno della carreggiata degli svincoli, dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

Pozzetto prefabbricato in calcestruzzo vibrocompresso con dimensioni interne 50x50 h=min 80cm per derivazione o ispezione impianti elettrici costituito da un elemento di base, eventuale elemento di prolunga con impronta del tubo sui quattro lati, e chiusino in ghisa D 400 carrabile

**Impiego:** Da installare su tutta l'area

## 2.83 GRUPPI ELETTOGENO 630kVA

- Avente le seguenti principali caratteristiche:
- potenza in servizio continuo: kVA 630 pari a kW 500 a cosfi 0,8
- potenza in servizio d'emergenza: kVA 690 pari a 550 kW a cosfi 0,8
- tensione: 400/230 V
- frequenza: 50 Hz

- regolazione automatica della tensione contenuta nei limiti di  $\pm 2\%$  da vuoto a pieno carico ed a varie temperature

Il gruppo è pronto per il funzionamento ed è composto da:

- Motore diesel turbopostrefrigerato
- 4 tempi
- iniezione diretta
- 4 cilindri in linea disposti verticalmente, raffreddati ad acqua
- rotazione: antioraria vista dal lato volano

Il motore è fornito completo di:

- filtro sull'aspirazione con indicatore di intasamento
- pompa d'iniezione con regolatore meccanico di giri (secondo ISO 3046/IV classe A1)
- pompa di alimentazione
- filtri olio e nafta ad elementi sostituibili
- raffreddamento ad acqua a circuito chiuso con radiatore tropicale, valvola termostatica, ventola premente azionata dall'albero motore mediante cinghie
- collettore di scarico raffreddato ad aria
- avviamento elettrico a 24V cc con motorino di avviamento, alternatore e regolatore di tensione
- valvola solenoide arresto 24V cc
- interruttore per allarme bassa pressione olio
- interruttore per allarme alta temperatura acqua
- preriscaldamento acqua con termostato
- scaldiglia di preriscaldamento

Alternatore:

- sincrono, senza spazzole, a campo rotante
- 4 poli salienti
- autoeccitato ed autoregolato
- potenza continua nominale: 400 KVA
- fattore di potenza: 0,8
- tensione: 400/230 V
- frequenza : 50 Hz
- isolamento in classe H
- protezione meccanica secondo raccomandazioni I.E.C IP21
- autoventilazione mediante ventola calettata sull'albero
- cuscinetto di rotolamento lubrificato a grasso
- Silenziatore di scarico residenziale con flessibile e flange
- Serbatoio combustibile nel basamento con indicatore di livello, allarme basso livello, bocchettone di caricamento, raccordi e attacchi d'uso
- Capienza 120 litri – consumo 91 litri/ora a pieno carico
- Autonomia 75 minuti a pieno carico
- Accoppiamento: motore ed alternatore sono allineati a mezzo campana di accoppiamento e l'albero dell'alternatore è trascinato dal volano del motore tramite disco di accoppiamento
- Basamento: il gruppo motore/alternatore è montato su un unico basamento fornito di supporti elastici antivibranti
- Liquidi di primo riempimento (olio ed antigelo)
- Manuale uso e manutenzione
- Quadro di comando e controllo per avviamento automatico in armadio metallico montato sul gruppo, comprendente:

## Fronte quadro:

- 1 voltmetro con selettore a 7 posizioni
- 1 amperometro con selettore a 4 posizioni
- 1 frequenzimetro
- 1 contaore
- 1 voltmetro carica batterie
- strumenti motore:
- termometro acqua
- manometro olio
- 1 rack controllo motore completo di:
- 1 selettore "escl-man-aut-prova"
- 1 pulsante arresto emergenza
- 1 pulsante ripristino avarie e prova lampade
- 1 serie di led per segnalazione allarmi in caso di:
- alta temperatura acqua
- mancato avviamento
- fuorigiri
- segnalazioni di:
- scaldiglia guasta;
- min pressione olio;
- max temperatura;
- sovravelocità;
- sovraccarico generatore;
- mancanza combustibile
- min tensione batteria;
- blocco d'avviamento;
- generatore in tensione
- generatore in erogazione
- rete presente
- rete in erogazione
- pulsante prova segnalazioni
- Interno quadro:
- 1 serie di fusibili
- 1 scheda elettronica controllo gruppo
- 1 interruttore tetrapolare di adeguata potenza installato in comparto separato e protezione differenziale
- 1 carica batterie automatico
- relè di minima tensione
- comandi telecommutazione
- 2 spine multiple per collegamento gruppo e quadro

## Funzioni quadro:

- avviamento e arresto automatico al mancare della rete
- avviamento e arresto automatico in prova effettuata dall'operatore con intervento automatico in caso di mancanza rete
- avviamento e arresto manuale mediante pulsante
- controllo motore durante il funzionamento per:
- minima pressione olio
- massima temperatura motore
- mancato avvio

- sovraccarico generatore
- minimo livello combustibile
- controllo tensione di rete (trifase)
- controllo tensione di gruppo
- ritardo comando arresto (regolabile)
- ritardo avviamento (regolabile)
- ritardo rientro rete (regolabile)
- ritardo intervallo tele commutazione (regolabile)
- ritardo tempo di raffreddamento (regolabile)
- sistema di allarmi sopra descritti con possibilità di ripristino
- carica batterie automatico
- strumenti indicatori di misura per generatore e carica batterie

Dimensioni: lunghezza 4050mm larghezza 1100mm altezza 2050mm peso 4531 kg

Livello di rumore misurato in aria libera è 70db(A)

#### **2.84 INTERRUTTORI MAGNETOTERMICI APERTI A TENSIONE NON SUPERIORE A 1000 V CON RELE ELETTRONICI LSI**

- Costruttivamente conformi alle norme CEI EN 60947-2/A2 e successivi adeguamenti.
- Costituiti essenzialmente da una struttura metallica rigida di sostegno entro la quale applicati il complesso dei poli, il dispositivo di comando, le protezioni e gli accessori d'uso.
- Ogni singolo polo composto da un contatto principale fisso superiore in intimo collegamento con i codoli esterni e col contatto d'arco principale mobile inferiore per la chiusura o l'apertura di detto tramite un meccanismo di chiusura dopo aver effettuato il caricamento delle molle a mezzo apposita leva (comando ad energia accumulata a mezzo molle).

Caratteristiche principali:

- numero poli : 3-4
  - tensione nominale : 230/415 V
  - tensione di prova : < 3 kV
  - frequenza nominale : 50 Hz
  - temperatura ambiente di riferimento : 45 °C
  - corrente nominale min. : 1250 A
  - In esecuzione automatica con appositi dispositivi magnetotermici di tipo elettronico a microprocessore (ganciatori di massima corrente uno per fase).
  - Sganciatore termico ad intervento ritardato e protezione contro i sovraccarichi e sganciatore magnetico ad intervento istantaneo per la protezione contro i sovraccarichi elevati e i corto circuiti.
  - Il dispositivo di apertura e chiusura dovrà visivamente individuare tre posizioni dei contatti:
    - a) interruttore chiuso;
    - b) interruttore aperto manualmente;
    - c) interruttore aperto automaticamente dagli sganciatori.
- Accessori in funzione dalle necessità di impianto quali:
- spina e cavo per segnalazione a distanza;
  - contatti ausiliari;
  - bobina di apertura;
  - bobina di chiusura;

- motorizzazione.
- Certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori autorizzati.

## 2.85 INTERRUTTORI MAGNETOTERMICI DIFFERENZIALI MODULARI - IN MAX 100 A

Costruttivamente conformi alle norme CEI EN 60947-2/A2 e successivi adeguamenti, costituiti da contenitore in materiale isolante stampato nel cui interno racchiuse tutte le parti attive dell'interruttore. Parti attive costituite da contatto principale fisso per ogni polo situato sulla parte superiore del contenitore in intimo collegamento con i cordoli esterni per l'attestazione delle linee in cavo di partenza. Contatto principale mobile inferiore (uno per ogni polo) che permetta tramite una leva di comando posta sulla parte frontale del contenitore, la chiusura o l'apertura.

Tale operazione indipendente dalla forza o velocità esercitata sulla leva di manovra.

- Caratteristiche elettriche principali:
- numero poli 2-3-4
- tensione nominale 230/415 V
- frequenza nominale 50 Hz
- temperatura ambiente di riferimento 30/40°C
- corrente nominale max 100 A
- Esecuzione del tipo a scatto per montaggio su profilato unificato, dotato di appositi dispositivi magnetotermici e differenziali (sganciatori di massima corrente uno per fase), composti da sganciatore termico ad intervento ritardato per la protezione contro i sovraccarichi e sganciatore magnetico ad intervento istantaneo per la protezione contro i sovraccarichi elevati e i corto circuiti, con un dispositivo di sgancio della corrente differenziale a mezzo di trasformatore di corrente di tipo toroidale.
- Sul fronte del contenitore pulsante di prova "test" e quello di ripristino, e se necessario dispositivo di regolazione della corrente differenziale nominale di intervento, certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori.
- Lo sganciatore differenziale sarà collegato ai terminali dell'interruttore in modo che la tensione di alimentazione dello sganciatore sia quella che risulta applicata a detti terminali. Dovrà essere provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori autorizzati.

### 2.1.39 Interruttori magnetotermici modulari - In MAX 125A

- Costruttivamente conformi alle norme CEI 23-3, IEC 947.2 e successivi adeguamenti, costituiti da contenitore in materiale isolante stampato nel cui interno racchiuse tutte le parti attive dell'interruttore; parti attive costituite da contatto principale fisso per ogni polo situato sulla parte superiore del contenitore in intimo collegamento con i codoli esterni per l'attestazione delle linee in cavo di partenza; contatto principale mobile inferiore (uno per ogni polo) che permetta tramite una leva di comando posta sulla parte frontale del contenitore, la chiusura o l'apertura.
- Tale operazione indipendente dalla forza o velocità esercitata sulla leva di manovra.
- Caratteristiche elettriche principali:
- numero poli 2-3-4
- tensione d'isolamento 500 V
- tensione di prova 3 kV
- temperatura ambiente di riferimento 30/40°C
- corrente nominale max 125 A

- Esecuzione del tipo a scatto per montaggio su profilato unificato .
- Dotato di appositi dispositivi magnetotermici. (Sganciatori di massima corrente uno per fase), composti da sganciatore termico ad intervento ritardato per assicurare la protezione contro i sovraccarichi e sganciatore magnetico ad intervento istantaneo che per assicurare la protezione contro i sovraccarichi elevati e i corto circuiti.
- Provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori autorizzati.

## 2.86 INTERRUTTORI MAGNETOTERMICI SCATOLATI - IN MAX 800 A CON RELE ELETTRONICI LSI

- Costruttivamente conformi alle norme CEI 60947-2/A2 e successivi adeguamenti.
- Costituiti da contenitore in materiale isolante stampato nel cui interno racchiude tutte le parti attive dell'interruttore.
- Parti attive costituite essenzialmente da un contatto principale fisso per ogni polo situato sulla parte superiore del contenitore in intimo collegamento con i codoli esterni per l'attestazione delle linee in cavo di partenza; contatto principale mobile inferiore per ogni polo che permetta tramite una leva di comando posta sulla parte frontale del contenitore, la chiusura o l'apertura di detto.
- Operazione di apertura/chiusura indipendente dalla forza o velocità esercitata sulla leva di manovra in modo da non innescare un arco tra i due contatti, ed effettuata tramite un meccanismo a scatto.

Caratteristiche elettriche principali:

- numero poli 2-3-4
- tensione d'isolamento 230/415V
- tensione di prova 3 kV
- frequenza nominale 50 Hz
- temperatura ambiente di riferimento 45°C
- corrente nominale max 800 A
- In esecuzione automatica con appositi dispositivi magnetotermici (sganciatori di massima corrente uno per fase).
- Dispositivi composti da sganciatore termico ad intervento ritardato per la protezione contro i sovraccarichi e sganciatore magnetico ad intervento istantaneo per la protezione contro i sovraccarichi elevati e i corto circuiti.
- I contatti mobili in caso di intervento di tali sganciatori si dovranno aprire anche se la leva di manovra è mantenuta in posizione di chiuso.; la leva di manovra dovrà individuare tre posizioni dei contatti:
  - a) interruttore chiuso;
  - b) interruttore aperto manualmente;
  - c) interruttore aperto automaticamente dagli sganciatori.

Accessori in funzione delle necessità di impianto quali:

- spina a cavo per segnalazione a distanza;
- contatti ausiliari;
- bobina di apertura;
- bobina di chiusura;
- motorizzazione.
- Certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori autorizzati.

## 2.87 INTERRUTTORI SEZIONATORI MODULARI - IN MAX 125A

Costruttivamente conformi alle norme CEI EN 60947-2/A2 e successivi adeguamenti, costituiti da contenitore in materiale isolante stampato, nel cui interno sono racchiuse tutte le parti attive dell'interruttore. Parti attive costituite da contatto principale fisso per ogni polo situato sulla parte superiore del contenitore in intimo collegamento con i cordoli esterni per l'attestazione delle linee in cavo di partenza, contatto principale mobile inferiore per ogni polo che permetta tramite una leva di comando posta sulla parte frontale del contenitore, la chiusura o l'apertura.

- Tale operazione dipendente dalla forza o velocità esercitata sulla leva di manovra.
- Caratteristiche elettriche principali:
- numero poli 2-3-4
- tensione d'isolamento 500 V
- frequenza nominale 50 Hz
- temperatura ambiente di riferimento 30/40°C
- corrente nominale max 125 A
- Esecuzione del tipo a scatto per montaggio su profilato unificato. Provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori autorizzati.

## 2.88 IMPIANTO DI RICARICA MACCHINE ELETTRICHE 4 colonnine da 22kW

Il sistema di ricarica macchine elettriche sarà costituito da apparecchiatura di conversione energia in grado di alimentare n.4 colonnine di ricarica elettrica. Le colonnine, poste all'esterno, saranno utilizzate per ricaricare le macchine elettriche. Ogni colonnina sarà in grado di erogare una tensione a 400VCA e una tensione a 500VDC. La potenza dell'impianto per colonnina sarà pari a 22kW. Tramite un protocollo di regolazione e controllo sarà gestita la ricarica delle vetture. L'alimentazione dell'impianto sarà derivato dalla cabina CE2, all'interno della cabina sarà installato il quadro di comando e le batterie di ricarica. Il sistema sarà in grado di immagazzinare l'energia prodotta dal sistema fotovoltaico, dal sistema di alimentazione ENEL e di distribuirlo alle colonnine di ricarica. Le colonnine saranno in grado di comunicare con le vetture per il tipo di ricarica tramite un protocollo aperto connesso al quadro di ricarica. Il collegamento sarà realizzato tramite cavo FTP categoria 6 .

Le caratteristiche per singola colonnina saranno :

- modello ABB tipo 4EPY410087R1 TERRA 23 CJG o equivalente
- commissioning 4EPY450001R1 T5X onsite commissioning
- potenza nominale massima 22kW
- potenza di uscita massima 22kW in corrente alternata oppure 20kW in corrente continua
- n.1 quadro di comando e controllo con standard di ricarica CSS, Chademo,
- n1 software di controllo, gestione e protocollo di comunicazione con le vetture in carica
- standard di connessione IEC/EN 61851-23 / - 24DIN70121
- tipo di connettore presa COMBO - 2 IEC/EN62196-3 , CHADEMO /JEVS G105 , IEC /EN 62196-3, IEC/EN62196-2 TIPO 2
- sistema di supervisione da remoto tramite lan, regolazione della potenza massima, display touch per gestione ricarica - collegamento e messa in servizio colonnine di ricarica

## 2.89 PENSILINA FOTOVOLTAICA AUTO (n.1) 63,6 kWp

**Casa costruttrice:** Barbieri s.r.l. o equivalente

**Dati Tecnici:** Pensilina fotovoltaica auto 1

- carpenterie metalliche a pavimento in acciaio inox

- apparecchiature a 400V 10kA trifase più neutro
- n.12 quadri di campo per tre stringhe
- montaggio e collegamento quadri di campo
- n.4 inverter da 15,3kW CEI 016
- montaggio e collegamento inverter in campo
- cavi FG21M21 2x4mmq e collegamenti per rendere l'opera perfettamente funzionante
- contatore di produzione con morsettiera ARCUDI con modulo di telelettura
- relè di interfaccia CEI 016
- contattore per disinserzione impianto
- sistema di circuiti ausiliari
- sistema di sezionatori valvolati per quadri di stringa
- scaricatori di sovra tensione in classe 1 10KA 400V
- pensilina fotovoltaica per 32 posti auto:
- struttura dimensionata per impianto da 32 posti auto
- 4 strutture da 4+4 posti
- pannello policristallino potenza 265W
- pannelli da dimensione 1640x992x35mm
- totali pannelli 240
- altezza utile copertura 2,3m
- inclinazione struttura 15°
- fissaggio cin zavorre in cemento da 670kg

## 2.90 PENSILINA FOTOVOLTAICA AUTO (n.2) 47,7 kWp

**Casa costruttrice:** Barbieri s.r.l. o equivalente

**Dati Tecnici:** Pensilina fotovoltaica auto 2

- carpenterie metalliche a pavimento in acciaio inox
- apparecchiature a 400V 10kA trifase più neutro
- n. 9 quadri di campo per tre stringhe
- montaggio e collegamento quadri di campo
- n. 3 inverter da 15,3kW CEI 016
- montaggio e collegamento inverter in campo
- cavi FG21M21 2x4mmq e collegamenti per rendere l'opera perfettamente funzionante
- contatore di produzione con morsettiera ARCUDI con modulo di telelettura
- relè di interfaccia CEI 016
- contattore per disinserzione impianto
- sistema di circuiti ausiliari
- sistema di sezionatori valvolati per quadri di stringa
- scaricatori di sovra tensione in classe 1 10KA 400V
- pensilina fotovoltaica per 24 posti auto:
- struttura dimensionata per impianto da 32 posti auto
- 6 strutture da 4 posti
- pannello policristallino potenza 265W
- pannelli da dimensione 1640x992x35mm
- totali pannelli 180
- altezza utile copertura 2,3m
- inclinazione struttura 15°
- fissaggio cin zavorre in cemento da 670kg

**2.91 PENSILINA FOTOVOLTAICA AUTO (n.3) 42,4 kWp**

**Casa costruttrice:** Barbieri s.r.l. o equivalente

**Dati Tecnici:** Pensilina fotovoltaica auto 3

- carpenterie metalliche a pavimento in acciaio inox
- apparecchiature a 400V 10kA trifase più neutro
- n. 9 quadri di campo per tre stringhe
- montaggio e collegamento quadri di campo
- n. 3 inverter da 15,3kW CEI 016
- montaggio e collegamento inverter in campo
- cavi FG21M21 2x4mmq e collegamenti per rendere l'opera perfettamente funzionante
- contatore di produzione con morsettiera ARCUDI con modulo di telelettura
- relè di interfaccia CEI 016
- contattore per disinserzione impianto
- sistema di circuiti ausiliari
- sistema di sezionatori valvolati per quadri di stringa
- scaricatori di sovra tensione in classe 1 10KA 400V
- impianto per pensilina fotovoltaica per 8 posti auto
- impianto per pensilina fotovoltaica per 9 posti auto
- impianto per pensilina fotovoltaica per 11 posti auto
- impianto per pensilina fotovoltaica per motociclette
- struttura dimensionata per impianto 8 posti auto
- struttura dimensionata per impianto 9 posti auto
- struttura dimensionata per impianto 11 posti auto
- struttura dimensionata per impianto motociclette
- pannello policristallino potenza 265W
- pannelli da dimensione 1640x992x35mm
- totali pannelli 160
- altezza utile copertura 2,3m
- inclinazione struttura 15°
- fissaggio cin zavorre in cemento da 670kg

**2.92 PENSILINA FOTOVOLTAICA CASSA CARBURANTI 95,4 kWp**

**Casa costruttrice:** Barbieri s.r.l. o equivalente

**Dati Tecnici:** Pensilina fotovoltaica cassa carburanti

- carpenterie metalliche a pavimento in acciaio inox
- apparecchiature a 400V 10kA trifase più neutro
- n. 9 quadri di campo per tre stringhe
- montaggio e collegamento quadri di campo
- n. 1 inverter da 15,3kW CEI 016
- n. 3 inverter da 25kW CEI 016
- montaggio e collegamento inverter in campo
- cavi FG21M21 2x4mmq e collegamenti per rendere l'opera perfettamente funzionante
- contatore di produzione con morsettiera ARCUDI con modulo di telelettura
- relè di interfaccia CEI 016
- contattore per disinserzione impianto
- sistema di circuiti ausiliari
- sistema di sezionatori valvolati per quadri di stringa

- scaricatori di sovra tensione in classe 1 10KA 400V
- pannello policristallino potenza 265W
- pannelli da dimensione 1640x992x35mm
- totali pannelli 360
- inclinazione struttura piana
- fissaggio con struttura in piano

## 2.93 IMPIANTO ANTENNA RADIO CANALI NAZIONALI E POLSTRADA

Gli impianti antenna radio saranno costituiti da:

Stazione radio base ECOS - D 160MHz

- canale sociale , interfaccia IP verso la dorsale di trasporto;
- alimentazione 220VCA , SUBRACK 19" , batteria di back-up 24h , duplexer e circolatore 160MHz;
- antenna GPS , armadio 36UT e relativo cablaggio.

Stazione radio base ECOS – A CST 70MHz

- Caratteristiche costruttive:
- Stazione radio base ECOS - A CST 70MHz , canale Polstrada , con link UHF per il collegamento alla stazione master secondario esistente di Novara Ovest;
- alimentazione 220VCA , SUBRACK 19" , batteria di back-up 24h , duplexer e circolatore 70MHz , duplexer e circolatore UHF, installata in armadio 36UT e relativo cablaggio.

Stazione radio base ECOS – D RED-BLU

- Caratteristiche costruttive:
- Fornitura e posa in opera di stazione radio base ECOS - D red/ blu per canale sociale, non ridiffondente, da inserire in armadio master 160MGz esistente di Rondissone;
- Alimentazione 220VCA , SUBRACK 19" , batteria di back-up 24h.

Master secondario ECOS – A CST 70MGz

- Caratteristiche costruttive:
- Fornitura e posa in opera di materiali per espansione Master secondario ECOS-A CST 70MGz, canale Polstrada di Agognate / Novara ovest;
- mano d'opera per montaggio, fissaggio e messa in servizio.

Branching

- Caratteristiche costruttive:
- Fornitura e posa in opera di branching 2 ingressi , 2 uscite antenne e 2 uscite cavo fessurato;
- Fornitura e posa di antenna 2 elementi 68-80 MGz R-Y 210 NE;
- Fornitura e posa di antenna 6 elementi 160MGz R-Y 610 NH;
- Fornitura e posa di antenna 12 elementi 400-470MGz R-1Y 210 NQ. Attivazione apparti e messa in servizio. Collegamenti e fissaggio delle antenne su palo per ponte radio.

## Sistema NMS

- Caratteristiche costruttive:
- Fornitura e posa in opera di sistema NMS comprensivo di licenza SW Sinetec di telecontrollo degli apparati radio ECOS D , aggiornamento sistema di telecontrollo WTLC on-site con l'aggiunta degli apparati del canale PS;
- Fornitura del personal computer. Messa in servizio e verifica di funzionamento

## Torri poligonali per telecomunicazione

- Caratteristiche costruttive:
  - Palo di sostegno antenne altezza 20m fuori terra;
  - Fusto in tre tronchi in acciaio zincato S355JR EN 10025;
  - Struttura superficiale acciaio zincato;
  - Bulloneria acciaio zincato a caldo e inox;
  - Forma troco conica sezione poligonale, chiuso in testa;
  - Rastelliera porta cavi e carter di protezione cavi;
  - Scala di salita con dispositivo di sicurezza completa di carter antisalita;
  - collari per supporto antenne;
  - N.2 carrelli anticaduta;
- Plinto, tirafondi e tutto il necessario per dare l'opera a perfetta regola d'a

## 2.94 CASE COSTRUTTRICI

I componenti principali costituenti gli impianti dovranno essere scelti tra quelli prodotti dalle seguenti case produttrici:

### **Impianti elettrotecnici ed affini**

- Cassette di derivazione:
- **BTICINO, GEWISS, LEGRAND, LUME.**
- Cavi:
- **PIRELLI, CEAT, ARISTON.**
- Apparecchi illuminanti normali:
- **ZUMTOBEL,EGEA,CASTALDI,PROLIGHT.**
- Apparecchi illuminanti per emergenza:
- **ZUMTOBEL,BEGHELLI, OVA.**
- Gruppi di continuità:
- **APC,SCHNEIDER, RIELLO,BTICINO.**
- Interruttori automatici e differenziali:
- **ABB, SCHNEIDER, SIEMENS, BTICINO.**
- Passerelle e canaline:
- **CARPANETO, GAMMA P, ARNO, ZAMET.**
- Prese e interruttori per uso civile:
- **BTICINO, GEWISS, VIMAR, SIEMENS.**
- Prese e interruttori stagni:
- **GEWISS, ILME, LEGRAND, PALAZZOLI, BTICINO**
- Quadri generali BT:

- **SCHNEIDER, ABB, BTICINO, SIEMENS.**
- Quadri MT:
- **ABB, SCHNEIDER, BTICINO**
- Sicurezza e Rivelazione Incendi:
- **SIEMENS, CERBERUS, NOTIFIER, ELKRON.**
- Sistemi di telecomando
- **SIEMENS, SCHNEIDER, ESAC.**
- Sistemi di BMS
- **SIEMENS, URMET, ESAC**
- Torrette:
- **BTICINO, ABB, LEGRAND, OBO.**
- Trasformatori:
- **TESAR, SCHNEIDER, BTICINO-LEGRAND.**
- Sistemi fotovoltaici:
- **EDGE, JS SOLAR, SUNTECH, SMA ITALIA.**
- Pensiline fotovoltaiche:
- **BARBIERI ITALIA, PE. TRAPARK.**
- Gruppi elettrogeni:
- **GEMAP, INTERGEN, GCM.**
- Video sorveglianza:
- **AXIS, SANSUNG, SIEMENS.**

### 3. SCHEDE TECNICHE MATERIALI IMPIANTI MECCANICI

#### 3.1 CALDAIA A CONDENSAZIONE

Gruppo termico a condensazione con doppio bruciatore di gas metano premiscelato modulante, a bassa emissione di NOx e CO (classe 5<sup>^</sup> secondo EN 483:1999), classificazione energetica 4 stelle, completo di sistema di neutralizzazione condensa (Modello MCS 535).

#### TELAIO E RIVESTIMENTO

Il gruppo termico è costituito da un telaio autoportante protetto da un trattamento di cataforesi e successiva verniciatura, con mantellatura in acciaio trattato per resistere all'esterno.

La mantellatura riporta internamente un isolamento in stiferite da 20 mm di spessore rivestito con pellicola d'alluminio.

#### COMPOSIZIONE

I moduli termici sono composti da:

- un elemento termico (generatore di calore del tipo a condensazione) predisposto per il funzionamento a temperatura scorrevole;
- predisposizione per la produzione ACS;
- collettori mandata e ritorno impianto in acciaio flangiati e isolati;
- collettore gas;
- collettore scarico condensa per scarico singolo elemento termico.

#### ELEMENTO TERMICO

Elemento termico, con corpo caldaia costituito da:

- scambiatore di calore primario in acciaio inox;
- doppio bruciatore ad aria soffiata a premiscelazione totale a bassissima emissione di NOx e CO;
- doppia elettrovalvola gas di sicurezza con rapporto aria gas costante (pneumatica);
- elettroventilatore scarico fumi ad alta prevalenza a controllo elettronico della velocità;
- circolatore ad alta prevalenza;
- camera di degasazione con valvola automatica di sfogo aria;
- pressostato differenziale di sicurezza circolazione acqua;
- pressostato di controllo minima pressione acqua.

#### QUADRO ELETTRICO

Pannello strumenti interno, con scheda elettronica a microprocessore di controllo e accensione, comprendente:

- sensori NTC per rilevamento temperature di mandata e ritorno;
- impostazione della temperatura desiderata in riscaldamento;
- accensione elettronica;
- programmazione e sviluppo della potenza in funzione delle esigenze;
- funzioni antigelo e antibloccaggio circolatori con post circolazione programmabile;
- diagnostica completa con segnalazione dei blocchi.

La centralina di regolazione dovrà inoltre essere completa di accessori e sensori necessari per la gestione del funzionamento in emergenza delle 3 caldaie (le nuove e quella esistente a servizio della produzione di acs).

### ACCESSORI ISPESL

Dispositivi di sicurezza, di protezione e di controllo omologati (ISPESL) installati all'interno del modulo costituiti da:

- valvola di sicurezza 5,4 bar;
- bitermostato di regolazione e di blocco;
- pressostato di massima;
- pressostato di minima;
- manometro con rubinetto porta manometro;
- termometro con pozzetto per controllo;
- valvola intercettazione combustibile (opzionale).

### CARATTERISTICHE TECNICHE

GRANDEZZA	U.M.	<b>C01-02</b>
Portata termica nominale	kW	200,0-500,0
Potenzialità termica nominale (80-60°C)	kW	19,5-195,2
Potenzialità termica nominale (50-30°C)	kW	21,3-213,0
Pressione massima d'esercizio	kPa	600
Rendimento al 100% del carico	%	97,6
Rendimento al 30% del carico	%	105,3
Pressione minima di alimentazione gas	kPa	1,2
Attacco scarico fumi	mm	Ø 150
Protezione elettrica		IPX4D
Alimentazione	V/f/Hz	230/1/50
Potenza elettrica	W	1.400
Dimensioni corpo caldaia (lunghezza x larghezza x altezza)	mm	1.150X775X1.552
Peso in esercizio	kg	320

### 3.2 VALVOLA AUTOMATICA INTERCETTAZIONE GAS NATURALE

La valvola automatica di intercettazione gas naturale installata sulla tubazione gas all'esterno della centrale dovrà essere di primaria marca, adatta al funzionamento continuo all'esterno (all'azione degli agenti atmosferici).

Dovrà essere completa di servocomando con chiusura di sicurezza istantanea in caso di mancanza di tensione.

Il tempo di chiusura dovrà essere inferiore ad 1 secondo.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Corpo valvola Al Si
- Servocomando Al Si
- Attacchi filettati fino a Ø 2"  
flangiati per Ø superiori
- Pressione massima esercizio 200 mbar
- Tempo chiusura < 1 s
- Tempo apertura < 1 s
- Temperatura di esercizio -20 °C □ +40 °C
- Tensione alimentazione 220 □ 240 V 50 Hz
- Grado di protezione IP 54
- Perdita di carico ammissibile  
alla portata richiesta dall'impianto 50 Pa

### 3.3 VALVOLA MANUALE DI INTERCETTAZIONE GAS NATURALE

Per le linee con diametro fino a 4" (DN 100), dovranno essere impiegate valvole a sfera a passaggio totale con doppia guarnizione di tenuta, sfera cromata, albero di manovra in acciaio inox con doppia guarnizione.

Il comando manuale sarà del tipo a leva, manovra con un quarto di giro.

Attacchi filettati per diametri fino a 2" (DN 50), flangiati per diametri superiori.

#### CARATTERISTICHE:

- pressione di esercizio: 10 bar
- attacchi: flangiati PN16
- corpo: ghisa
- guarnizione: PTFE (teflon)

- sfera: acciaio cromato

Per linee con diametro superiore a 4" (DN 100), dovranno essere utilizzate valvole a farfalla a perfetta tenuta pneumatica con doppia guarnizione di tenuta, sede sferica cromata; albero di manovra in acciaio inox dotato di doppia guarnizione.

Il comando manuale dovrà essere del tipo a leva con arresto in varie posizioni intermedie mediante agevole maniglia a pinza e disco dentellato.

#### CARATTERISTICHE:

- pressione di esercizio: 10 bar
- attacchi: flangiati PN10
- corpo: ghisa
- guarnizioni: elastomeri (Perbunan-N)
- farfalla: ghisa

### 3.4 FILTRO GAS NATURALE A CARTUCCIA

Il filtro dovrà essere di primaria casa, completo di cartuccia con elevato potere filtrante, di facile pulizia, corredato di prese di pressione.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Corpo in alluminio
- Attacchi filettati fino a Ø 2"  
flangiati per Ø superiori
- Cartuccia materassino in polipropilene
- Potere filtrante 50 micron
- Pressione massima esercizio 1 bar
- Temperatura di esercizio -20°C □ +80°C
- Perdita di carico ammissibile  
alla portata richiesta dall'impianto 50 Pa

### 3.5 CANNA FUMARIA SINGOLA IN ACCIAIO INOX

Canna fumaria in acciaio inox composta da elementi di rettilinei modulari prefabbricati a doppia parete con interposto materiale coibente, completa di curve, raccorderia pezzi speciali, scarico condensa, staffe, fascette di giunzione, terminale di scarico ed accessori.

La parete esterna sarà in acciaio inox AISI 304

La parete interna sarà in acciaio inox AISI 316L

Il materiale coibente sarà ad alta densità, resistente alla temperatura di uscita dei fumi ed avrà una conducibilità termica non superiore a  $0,045 \text{ W/m}^\circ\text{K}$  ed uno spessore minimo di 50 mm.

La canna fumaria sarà completa di piastra con pirometro e foro  $\square$  50 mm per prelievo campioni di fumo e di sportello di ispezione alla base

Le giunzioni saranno perfettamente a tenuta di fumo e di condensa con sistema d'innesto a bicchiere con bloccaggio garantito da fascette a doppia gola e doppio effetto (statico e meccanico).

La canna dovrà essere fissata alla struttura dell'edificio a mezzo di apposite staffe con interasse massimo 3,0 m. in alternativa dovrà essere prevista una apposita struttura di sostegno a traliccio in ferro o in acciaio.

Il terminale di scarico dovrà essere posizionato ad una quota superiore di 1 m rispetto a tutte le strutture circostanti nel raggio di 8 m .

Il dimensionamento dovrà essere effettuato in base alla norma UNI EN 13384-2.

### **3.6 POMPA DI CALORE ELETTRICA CON COMPRESSORI SCROLL CONDENSAZIONE AD ARIA CON VENTILATORI ELICOIDALI**

Pompa di calore con compressori scroll, con condensazione ad aria e ventilatori elicoidali ad alta silenziosità, funzionante con refrigerante ecologico HFC-407C completo di controllo a microprocessore di tipo autoadattativo e di modulo idronico, adatto all'installazione diretta all'esterno.

#### **COMPRESSORI**

I compressori Scroll hanno un funzionamento particolarmente silenzioso e del tutto privo di vibrazioni. I motori sono raffreddati dal gas aspirato e possono avviarsi per 12 volte in un'ora. Una valvola di sicurezza permette che in caso di errato collegamento dell'alimentazione il compressore possa anche ruotare in senso inverso senza che la sua integrità abbia a soffrirne. Questi compressori non richiedono inoltre alcuna operazione di manutenzione.

L'uso di due compressori per ogni circuito frigorifero permette di contenere l'entità della corrente di spunto massima e dell'assorbimento di potenza alle condizioni di carico parziale.

#### **EVAPORATORE**

L'evaporatore è costituito da uno scambiatore a piastre in acciaio inossidabile saldate a flusso incrociato, progettato per esaltare le proprietà termodinamiche dell' R-407C e per garantire un significativo aumento delle prestazioni dell'unità e basse perdite di carico sul lato acqua.

La protezione dal gelo dell'evaporatore quando non è attivo è garantita dalla presenza di un tracciante elettrico di riscaldamento.

#### **CONDENSATORE**

Batterie di scambio costituita da tubi in rame ed alettatura a pacco in alluminio

## VENTILATORI

L'unità è dotata di un ventilatore a due velocità, caratterizzato da un'elevatissima silenziosità di funzionamento, costruito in materiale composito riciclabile ed è di concezione multipala con convogliatore rotante con caratteristiche analoghe a quelli di tipo usato nell'industria aeronautica. E' eccezionalmente silenzioso e non genera i rumori a bassa frequenza che sono particolarmente irritanti per l'orecchio umano.

A carico parziale o quando la temperatura esterna si abbassa il ventilatore passa automaticamente al funzionamento a bassa velocità.

Uno degli accorgimenti adottati per esaltare la silenziosità di questi apparecchi è il montaggio dei ventilatori su un castelletto rigido, anziché direttamente sui pannelli superiori delle unità. Questo accorgimento innovativo, oltre a migliorare l'estetica del pannello superiore che può essere realizzato con forma piatta, previene anche la trasmissione di vibrazioni verso la carrozzeria dell'apparecchio.

## CIRCUITO FRIGORIFERO

I circuiti frigoriferi sono realizzati in modo da garantirne la tenuta per tutto il ciclo di vita dell'unità. Tutte le tubazioni ed i componenti dei circuiti frigoriferi sono uniti per saldatura, mentre i capillari, che sono noti per essere fonti di perdite di refrigerante, sono stati sostituiti da dispositivi più sicuri. I pressostati sono stati sostituiti da sensori di pressione direttamente montati sulle tubazioni.

## QUADRO ELETTRICO DI POTENZA E CONTROLLO

L'esecuzione dei collegamenti elettrici è semplificata in quanto la dotazione standard prevede un interruttore generale, e per tutta l'unità un solo punto di collegamento con una rete di alimentazione trifase senza neutro.

## CONTROLLO A MICROPROCESSORE

Un sistema di controllo di tipo autoadattativo garantisce una gestione intelligente del funzionamento del compressore, eliminando nella maggior parte delle applicazioni di climatizzazione l'esigenza di inserire tra il refrigeratore e le utenze un serbatoio tampone.

Il sistema monitorizza continuamente tutti i parametri caratteristici dell'apparecchio e dei dispositivi di sicurezza, gestendo con la massima cura il funzionamento del compressore e del ventilatore in modo da ottimizzare i consumi d'energia. Il sistema controlla inoltre anche il funzionamento della pompa dell'acqua.

L'algoritmo di controllo, che ha caratteristica PID a compensazione permanente in funzione della differenza tra la temperatura dell'acqua entrante e la temperatura dell'acqua uscente dall'evaporatore, anticipa le fluttuazioni del carico gestendo intelligentemente il compressore per controllare al meglio la temperatura dell'acqua uscente.

Per ottimizzare l'assorbimento di potenza, il sistema ritira automaticamente il set point della temperatura d'uscita dell'acqua refrigerata in funzione della temperatura dell'aria esterna o della temperatura d'ingresso dell'acqua refrigerata oppure può considerare un secondo set-point (per esempio di edificio occupato/edificio vuoto).

Il sistema di controllo ottimizza continuamente i tempi di funzionamento del compressore in funzione delle caratteristiche dell'impianto (grado di inerzia del circuito idraulico), prevenendo in tal modo pericolosi avviamenti ravvicinati del compressore stesso. Tale caratteristica rende inutile l'uso di un serbatoio inerziale esterno per la maggior parte delle applicazioni di climatizzazione.

L'interfaccia con l'operatore è eccezionalmente chiara e facile da usare: una serie di LED e due display numerici garantiscono un'immediata verifica dei dati di funzionamento dell'apparecchio.

### MODULO IDRONICO

L'unità comprende un modulo idronico incorporato e del tutto completo, concepito per limitare l'entità dei lavori d'installazione a semplicissime operazioni quali il collegamento dell'alimentazione elettrica e delle tubazioni idrauliche di andata e di ritorno

La dotazione del modulo idronico comprende infatti tutti i componenti ausiliari necessari per il funzionamento dell'impianto: un filtro a rete amovibile, una pompa con un'elevata prevalenza utile, un vaso d'espansione, un flussostato acqua, una valvola di sicurezza, una serie di manometri ed una valvola di sfogo aria. Una valvola manuale di regolazione permette di ottenere una portata d'acqua conforme alle caratteristiche dell'applicazione.

Tutti i componenti idronici sono progettati dal congelamento dell'acqua che contengono fino ad una temperatura di -20°C.

### ACCESSIBILITÀ

Ampi pannelli amovibili e la portina incernierata del quadro di controllo assicurano una facile e perfetta accessibilità a tutti i componenti interni del refrigeratore. Una speciale apertura permette inoltre di effettuare eventuali ritature senza interrompere l'attività del refrigeratore. Per l'esecuzione delle più importanti operazioni di manutenzione il pannello superiore dell'unità può essere facilmente rimosso permettendo di accedere alla batteria senza necessità di dovere manomettere in alcun modo il ventilatore.

### FUNZIONAMENTO A BASSA TEMPERATURA

L'unità è progettata per poter funzionare in tutti i mesi dell'anno e riesce a produrre acqua refrigerata anche con temperature esterne fino a -10°C senza avere bisogno dell'installazione di alcun accessorio particolare.

Un algoritmo di controllo gestisce infatti in modo estremamente intelligente il funzionamento del ventilatore.

### CARATTERISTICHE TECNICHE FABBRICATO UFFICI

<b>Grandezza</b>	<b>U.M.</b>	<b>PDC 01-02</b>
Tipo di gas refrigerante		R 407C
Tipo compressori		Scroll
Numero compressori	n.	4
Gradini parzializzazione	n.	6
Portata aria di raffreddamento	m <sup>3</sup> /h	24.200
<u>Prestazioni in refrigerazione</u>		
Potenzialità frigorifera	kW	209
Potenza assorbita compressori	kW	69,4
Temperatura acqua refrigerata	°C	7/12
Portata acqua refrigerata	l/s	10,0
Perdita di carico evaporatore	kPa	17,4
Prevalenza utile pompa	kPa	160
Temperatura aria	°C	35

<u>Prestazioni in pompa di calore</u>		
Potenzialità termica	kW	238
Potenza assorbita compressori	kW	66,6
Temperatura acqua calda	°C	45/40
Potenza sonora Lw	dB(A)	88
Dimensioni (lunghezza x larghezza x altezza)	Mm	4.400 x 2.343 x 2.460
Peso in esercizio	kg	2.540
Alimentazione	V/f/Hz	400/3/50
Potenza elettrica totale assorbita	kW	77,0

### CARATTERISTICHE TECNICHE FABBRICATO STAZIONE DI SERVIZIO

<b>Grandezza</b>	<b>U.M.</b>	<b>PDC 01-02</b>
Tipo di gas refrigerante		R 407C
Tipo compressori		Scroll
Numero compressori	n.	4
Gradini parzializzazione	n.	5
Portata aria di raffreddamento	m³/h	20.000
<u>Prestazioni in refrigerazione</u>		
Potenzialità frigorifera	kW	170
Potenza assorbita compressori	kW	58,2
Temperatura acqua refrigerata	°C	7/12
Portata acqua refrigerata	l/s	8,13
Perdita di carico evaporatore	kPa	20,4
Prevalenza utile pompa	kPa	160
Temperatura aria	°C	35
<u>Prestazioni in pompa di calore</u>		
Potenzialità termica	kW	193
Potenza assorbita compressori	kW	54,3
Temperatura acqua calda	°C	45/40
Potenza sonora Lw	dB(A)	88
Dimensioni (lunghezza x larghezza x altezza)	Mm	4.400 x 1.900 x 1.800
Peso in esercizio	kg	1.830
Alimentazione	V/f/Hz	400/3/50
Potenza elettrica totale assorbita	kW	63,7

### 3.7 UNITA' DI TRATTAMENTO ARIA ED ESTRATTORI

Unità di trattamento aria (UTA), ad elementi componibili, idonea all'installazione diretta all'esterno, avente componenti e dimensioni di ingombro riportate sui disegni e le seguenti caratteristiche generali. Le UTA dovranno garantire caratteristiche di tenuta certificate equivalenti alla classe di tenuta richiesta per le canalizzazioni dell'aria ai sensi della norma UNI EN 13779.

## STRUTTURA

La struttura portante dovrà essere costituita da profili cavi ricavati mediante estrusione di lega d'alluminio UNI 3569. Le viterie di fissaggio in acciaio inox saranno a scomparsa nel profilo al fine di avere all'interno superfici lisce. Elementi d'angolo in nylon.

Tra struttura ed involucro dovrà essere interposta una guarnizione in neoprene per garantire la tenuta.

## INVOLUCRO

La struttura sarà completata esternamente da pannellature spessore minimo 40 mm normalmente ricavate da due lamiere pressopiegate a scatola e iniettate a caldo con poliuretano densità 40/50 kg/m<sup>3</sup>, coefficiente di trasmissione 0,0005 kW/m<sup>2</sup>h°C, e classe 1 di reazione al fuoco certificata.

Le lamiere costituenti l'involucro saranno in alluminio internamente e preplastificate esternamente. Il colore esterno dovrà essere sottoposto ad approvazione della D.L.

L'accessibilità a tutte le parti soggette a manutenzione o ispezione (ventilatore, filtri, etc.) dovrà essere garantito mediante ampi sportelli di accesso completi di maniglie e cerniere

## SERRANDE

Le serrande dovranno essere costituite da una intelaiatura e da una serie di alette in acciaio zincato o estruse in alluminio UNI 3569; Le alette saranno a movimento contrapposto ruotanti su bussole di nylon e munite di guarnizioni di tenuta PVC, mentre nella zona di imperniatura strisciano a tenuta su una lamina flessibile di acciaio inox.

Il comando della serranda può essere manuale o motorizzato; albero diam. 12 mm idoneo per servocomandi reperibili da commercio.

## FILTRI PIANI

Di tipo pieghettato costituiti da telaio in lamiera zincata, di tipo apribile, con setto filtrante in tessuto sintetico rigenerabile tenuto a sandwich tra due reti elettrosaldate zincate. Pieghettatura con superficie doppia di quella frontale, efficienza non inferiore a EU3.

Rigenerabili secondo istruzioni del costruttore.

## FILTRI A TASCHE

Costituiti da telaio a tenuta in lamiera zincata con tasche rigide o flosce in materiale sintetico o fibra di vetro; efficienza non inferiore a EU7.

## BATTERIE DI SCAMBIO TERMICO

Le batterie impiegate saranno a pacco alettato con passo tra i tubi 60 mm. Tubi in rame diametro 16 mm spessore 0,41 mm per acqua fino a 140 °C e 0,75 mm per temperature superiori. Alette in alluminio spessore 0,12 mm con passi da 2 a 7 mm, fissate mediante mandrinatura meccanica del tubo.

Telaio in acciaio zincato e piastre tubiere con collarini per evitare rotture per scorrimento dovute a dilatazioni termiche del tubo di rame.

Collettori di acciaio tipo MANNESMANN con attacchi filettati; a richiesta flangiati e con controflange.

Ogni batteria sarà collaudata mediante immersione in acqua e insufflaggio aria a 30 bar.

Le batterie dovranno essere facilmente ispezionabili ed estraibili dal lato frontale dell'unità.

Inferiormente alla batteria di raffreddamento si dovrà prevedere il bacino di raccolta condensa completo di scarico filettato.

A monte ed a valle di ogni batteria dovrà essere previsto un adeguato spazio per l'inserimento delle sonde del sistema di regolazione.

#### SEZIONE DI UMIDIFICAZIONE

Se presente sarà costituita da una sezione predisposta per l'inserimento di un distributore di vapore realizzata in lega di alluminio.

A completamento della sezione di umidificazione è previsto l'eliminatore di gocce, costituito da setti a più pieghe in PERALUMAN pressopiegati a profilo speciale, che permette di ottenere un elevato rendimento con modesta perdita di carico lato aria.

#### SEZIONE VENTILANTE

Ventilatore centrifugo a singola aspirazione direttamente accoppiato.

Girante centrifuga realizzata in alluminio con 7 pale curve indietro saldate, energeticamente ottimizzate per funzionare senza coclea, grazie allo speciale design di pala con diffusore rotante, per il recupero dell'energia statica, per più elevata efficienza ed ottimale comportamento acustico.

Bilanciatura statica e dinamica dell'intero assieme (motore/girante), realizzata in accordo alla norma DIN ISO 1940. Grado di bilanciatura G6.3.

Motore a rotore esterno a commutazione elettronica (EC), con elettronica integrata e protetta dal sovraccarico grazie a gestione attiva della temperatura.

L'intera elettronica è immersa in un bagno di resina speciale (tecnica potting) che garantisce una migliore resistenza all'umidità, elimina problemi di vibrazioni e di punti critici di temperatura, determinando un incremento della vita utile della scheda.

Controllo standard della velocità di rotazione tramite ingresso analogico 0-10V dedicato. Alimentazione integrata 10V e 24V per dispositivi esterni.

Led di stato integrato.

Relay programmabile per segnalazione guasti. Protezione motore e funzionalità motor heating integrate.

Tensione di alimentazione 380-480V 50-60Hz.

Motore con grado di protezione IP54, classe termica 155.

Temperatura di esercizio -25°C /+60°C.

Efficienze energetiche superiori agli obiettivi della seconda fase (anno 2015) del regolamento UE 327/2011, sulle modalità di applicazione della direttiva europea 2009/125/CE.

Efficienza energetica del motore in accordo to IE4 (draft) Conforme alle norme EMC e CE di prodotto.

Motore e ventilatore sono fissati su robusta e compatta struttura in lamiera zincata comprensiva di boccaglio in aspirazione in acciaio zincato e sonda di pressione integrata per la misura della portata d'aria

All'esterno della sezione ventilante è previsto un indicatore digitale di portata aria del ventilatore

#### CRITERI DI INSTALLAZIONE

La sistemazione dell'UTA, delle tubazioni, del valvolame e delle canalizzazioni ad essa relative è illustrata nelle tavole allegate al presente Capitolato Speciale.

La centrale di trattamento aria dovrà essere assemblata così come indicato sulle tavole citate.

Le batterie di scambio termico A.C. e A.R. dovranno essere complete di:

- valvola di regolazione a tre vie con servocomando;
- saracinesche di intercettazione e by-pass;
- giunti di dilatazione in gomma per assorbimento delle dilatazioni angolari o trasversali delle tubazioni;
- rubinetto di scarico collegato alla rete di scarico prevista;
- termometri, manometri, pozzetti termometrici.

Tutte le tubazioni convoglianti l'A.C. e A.R. dovranno essere in acciaio nero, montate a regola d'arte secondo i criteri esposti nelle relative schede tecniche.

La finitura delle coibentazioni termiche dovrà essere effettuata con materiali specificati nelle schede tecniche relative alle coibentazioni termiche ed antistillicidio per tubazioni.

Particolare cura dovrà essere posta nella coibentazione e nella finitura del valvolame A.R.

Le acque di scarico dovranno essere convogliate a mezzo di apposito sifone, nella rete di scarichi.

L'A.L. è tenuta alla fornitura di una serie completa di filtri aria di scorta.

Il collegamento tra l'UTA le condotte di distribuzione aria dovrà avvenire mediante l'inserimento di giunti antivibranti in tela e profilati.

Inferiormente ai piedi di appoggio dovranno essere inseriti elementi antivibranti di tipo monoblocco in gomma.

L'A.L. ha l'obbligo di verificare attentamente le perdite di carico dell'impianto di distribuzione dell'aria sulla scorta delle apparecchiature da essa prescelte ed in base a queste ultime affinare la scelta del ventilatore.

Ultimata l'installazione dell'UTA l'A.L. dovrà procedere ad accurate misure della portata dell'aria di mandata e a tarare il ventilatore al fine di assicurare la portata di progetto.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE UTA FABBRICATO UFFICI

<b>Grandezza</b>	<b>U.M.</b>	<b>UTA 01</b>	<b>UTA 02</b>
Zona		OK GOL	PCC – Direzione Esercizio
<u>Batteria di preriscaldamento</u>			
Portata aria	m <sup>3</sup> /h	3.100	10.000
Potenzialità	kW	29,5	54,3
Temperatura ingresso aria	°C	-10,0	-10,0
Temperatura uscita aria	°C	9,6	5,5

Temperatura ingresso acqua	°C	15,9	16,9
Temperatura uscita acqua	°C	-3,5	-1,5
Portata acqua + 30 % glicole	l/h	1.000	2.800
Perdita di carico acqua	kPa	48	45
<u>Batteria riscaldante</u>			
Portata aria	m³/h	3.100	10.000
Potenzialità	kW	31,7	102,0
Temperatura ingresso aria	°C	-10,0	-10,0
Umidità relativa ingresso aria	%	80,0	80,0
Temperatura uscita aria	°C	20,0	20,0
Umidità relativa uscita aria	%	8,9	8,9
Temperatura ingresso acqua	°C	60,0	60,0
Temperatura uscita acqua	°C	50,0	50,0
Portata acqua	l/h	2.730	8.760
Perdita di carico acqua	kPa	20	20
<u>Batteria refrigerante</u>			
Portata aria	m³/h	3.100	10.000
Potenzialità	kW	36,6	117,9
Temperatura ingresso aria	°C	32,0	3.100
Umidità relativa ingresso aria	%	50,0	3.100
Temperatura uscita aria	°C	13,0	3.100
Umidità relativa uscita aria	%	95,0	3.100
Temperatura ingresso acqua	°C	8,0	8,0
Temperatura uscita acqua	°C	13,0	13,0
Portata acqua	l/h	6.300	20.280
Perdita di carico acqua	kPa	30	30
<u>Batteria postriscaldamento</u>			
Portata aria	m³/h	3.100	10.000
Potenzialità	kW	13,8	44,2
Temperatura ingresso aria	°C	13,0	13,0
Umidità relativa ingresso aria	%	95,0	95,0
Temperatura uscita aria	°C	26,0	26,0
Umidità relativa uscita aria	%	42,5	42,5
Temperatura ingresso acqua	°C	60,0	60,0
Temperatura uscita acqua	°C	50,0	50,0
Portata acqua	l/h	1.190	3.810
Perdita di carico acqua	kPa	20	20
<u>Sezione ventilante di mandata</u>			
Portata aria	m³/h	3.100	10.000
Pressione statica residua	Pa	300	300
Alimentazione	V/f/Hz	400/3/50	400/3/50
Potenza motore	kW	2,5	7,5

## CARATTERISTICHE TECNICHE ESTRATTORI FABBRICATO UFFICI

Grandezza	U.M.	VE 01	VE 02	VE 03	VE 04
Zona		Uffici OK GOL	Servizi OK GOL	Uffici PCC – Direz. Esercizio	Servizi PCC – Direz. Esercizio
<u>Batteria recupero calore</u>					
Portata aria	m <sup>3</sup> /h	1.900	700	5.400	2.900
Potenzialità	kW	15,0	5,5	35,5	18,8
Temperatura ingresso aria	°C	22,0	22,0	22,0	22,0
Temperatura uscita aria	°C	5,4	5,4	7,4	7,4
Temperatura ingresso acqua	°C	-3,5	-3,5	-1,5	-1,5
Temperatura uscita acqua	°C	15,9	15,9	16,9	16,9
Portata acqua + 30 % glicole	l/h	610	390	1.800	1.000
Perdita di carico acqua	kPa	15	15	40	40
<u>Sezione ventilante di ripresa</u>					
Portata aria	m <sup>3</sup> /h	1.900	700	5.400	2.900
Pressione statica residua	Pa	300	250	370	250
Alimentazione	V/f/Hz	400/3/50	400/3/50	400/3/50	400/3/50
Potenza motore	kW	0,37	0,25	2,2	2,2

### CARATTERISTICHE TECNICHE UTA FABBRICATO STAZIONE DI SERVIZIO

Grandezza	U.M.	UTA 01	UTA 02	UTA 04	
Zona		Bar - Market	Ristorante	Cucina	
<u>Sezione ventilante di ripresa</u>					
Portata aria	m <sup>3</sup> /h	-	13.000	-	
Pressione statica residua	Pa	-	250	-	
Alimentazione	V/f/Hz	-	400/3/50	-	
Potenza motore	kW	-	4,0	-	
<u>Batteria di preriscaldamento</u>					
Portata aria	m <sup>3</sup> /h	16.000	RECUPERATORE DI CALORE A FLUSSI INCROCIATI PORTATA MASSIMA 6.000 mc/h	3.100 <sup>1</sup>	
Potenzialità	kW	6,2		20,1	
Temperatura ingresso aria	°C	10,6		-10,0	
Temperatura uscita aria	°C	11,6		5,5	
Temperatura ingresso acqua	°C	18,0		16,9	
Temperatura uscita acqua	°C	12,0		1,5	
Portata acqua + 30 % glicole	l/h	960		1.100	
Perdita di carico acqua	kPa	30		30	
<u>Batteria riscaldante</u>					
Portata aria	m <sup>3</sup> /h	16.000	15.000	7.400	
Potenzialità	kW	51,0	61,2	100,7	
Temperatura ingresso aria	°C	10,6	8,0	-10,0	
Umidità relativa ingresso aria	%	67,8	73,2	80,0	
Temperatura uscita aria	°C	20,0	20,0	30,0	
Umidità relativa uscita aria	%	37,3	5,14	4,9	

<sup>1</sup> Valore riferito alla portata minima

Temperatura ingresso acqua	°C	60,0	60,0	60,0	
Temperatura uscita acqua	°C	50,0	50,0	50,0	
Portata acqua	l/h	4.390	5.270	8.670	
Perdita di carico acqua	kPa	20	20	20	
<u>Batteria refrigerante</u>					
Portata aria	m³/h	16.000	15.000	-	
Potenzialità	kW	123,1	123,3	-	
Temperatura ingresso aria	°C	27,9	28,4	-	
Umidità relativa ingresso aria	%	50,6	50,7	-	
Temperatura uscita aria	°C	13,0	13,0	-	
Umidità relativa uscita aria	%	95,0	95,0	-	
Temperatura ingresso acqua	°C	8,8	8,0	-	
Temperatura uscita acqua	°C	13,0	13,0	-	
Portata acqua	l/h	21.180	21.200	-	
Perdita di carico acqua	kPa	30	30	-	
<u>Batteria postriscaldamento</u>					
Portata aria	m³/h	16.000	15.000	-	
Potenzialità	kW	70,8	66,3	-	
Temperatura ingresso aria	°C	13,0	13,0	-	
Umidità relativa ingresso aria	%	95,0	95,0	-	
Temperatura uscita aria	°C	26,0	26,0	-	
Umidità relativa uscita aria	%	42,5	42,5	-	
Temperatura ingresso acqua	°C	60,0	60,0	-	
Temperatura uscita acqua	°C	50,0	50,0	-	
Portata acqua	l/h	6.090	5.710	-	
Perdita di carico acqua	kPa	20	20	-	
<u>Sezione ventilante di mandata</u>					
Portata aria	m³/h	16.000	15.000	7.400	
Pressione statica residua	Pa	500	300	300	
Alimentazione	V/f/Hz	400/3/50	400/3/50	400/3/50	
Potenza motore	kW	11,0	7,5	5,5	

### CARATTERISTICHE TECNICHE ESTRATTORI STAZIONE DI SERVIZIO

<b>Grandezza</b>	<b>U.M.</b>	<b>VE 01</b>	<b>VE 02</b>
Zona		Servizi igienici stazione	Cucina
<u>Batteria recupero calore</u>			
Portata aria	m³/h	2.200	3.300
Potenzialità	kW	6,12	20,1
Temperatura ingresso aria	°C	22,0	22,0
Temperatura uscita aria	°C	14,0	7,4
Temperatura ingresso acqua	°C	12,0	-1,5
Temperatura uscita acqua	°C	18,0	16,9
Portata acqua + 30 % glicole	l/h	950	1.100

Perdita di carico acqua	kPa	30	30
<u>Sezione ventilante di ripresa</u>			
Portata aria	m <sup>3</sup> /h	2.200	3.300
Pressione statica residua	Pa	250	300
Alimentazione	V/f/Hz	400/3/50	400/3/50
Potenza motore	kW	1,5	2,2

### 3.8 UNITA' DI VENTILAZIONE A DOPPIO FLUSSO CON RECUPERATORE DI CALORE STATICO AD ALTA EFFICIENZA

Centrale di ventilazione a doppio flusso con recuperatore di calore statico, ad alta efficienza, installazione orizzontale o verticale, completa di filtri e ventilatori.

L'apparecchiatura dovrà garantire caratteristiche di tenuta certificate equivalenti alla classe di tenuta richiesta per le canalizzazioni dell'aria ai sensi della norma UNI EN 13779.

#### STRUTTURA

Pannelli esterni in doppia lamiera sandwich da 24mm in acciaio zincato, pre-isolata con schiuma poliuretana densità 45 kg/m<sup>3</sup>. La schiuma poliuretana utilizza un espandente a base di acqua

Possibilità di rapido smontaggio dei pannelli di accesso alle sezioni di ventilazione e scambio termico per manutenzione

#### RECUPERATORE DI CALORE

Recuperatore di calore statico ad alta efficienza in piastre di alluminio con scambio in controcorrente. I rendimenti ottenibili possono risultare superiori al 90% perché permettono il trasferimento di calore in controcorrente tra due flussi d'aria a differenti temperature d'ingresso. I recuperatori statici non presentano parti in movimento e garantiscono altissima affidabilità e sicurezza di funzionamento.

Al fine di aumentare l'efficienza dello scambiatore, le superfici delle piastre presentano superfici dotate di particolari turbolenziatori.

#### FILTRI

Filtri aria di tipo a celle micro plissettate spessore 98 mm, efficienza fine F7 per il circuito di immissione e media M6 per quello di espulsione, dimensionati per contenere al massimo le perdite di carico interne.

L'accesso ai filtri dell'unità è assicurato da apposite aperture laterali.

Pressostati differenziali per il controllo della pulizia dei filtri e la segnalazione dei suggerimenti di sostituzione

#### VENTILATORI

Ventilatori centrifughi di mandata e ripresa di tipo plug fan a pale rovesce con motore sincrono a magneti permanenti a controllo elettronico (EC), tensione di alimentazione 230 volt 50Hz.

Le giranti sono progettate in modo da garantire un flusso d'aria ottimale, che attraversa i componenti interni con la minima rumorosità.

**SERRANDA DI BY PASS**

Serranda By-pass con servocomando che permette l'attivazione della funzione di freecooling.

**QUADRO ELETTRICO**

Quadro elettrico posizionato a bordo macchina, accessibile lateralmente.

Il quadro include il fusibile di linea e la scheda elettronica di potenza per il controllo manuale o automatico del funzionamento dei ventilatori e degli accessori di trattamento aria.

Possibilità di controllo a portata variabile in funzione della rilevazione della concentrazione di CO<sub>2</sub>.

Il controllo remoto, di interfaccia utente, è un comando con display e tastiera touch di tipo capacitivo.

**CRITERI DI INSTALLAZIONE**

La centrale dovrà essere posizionata così come indicato nella tavole di progetto.

Inferiormente ai piedi di appoggio (se installata a terra) o superiormente alle staffe di sostegno (se installata sospesa) dovranno essere inseriti elementi antivibranti di tipo monoblocco in gomma.

Lo scarico della condensa dovrà essere raccordata alla rete di scarico ventilconvettori, con interposizione di un sifone.

Il collegamento tra la centrale di ventilazione e le condotte di distribuzione aria dovrà avvenire mediante l'inserimento di giunti antivibranti in tela e profilati.

L'A.L. è tenuta alla fornitura di una serie completa di filtri aria di scorta.

L'A.L. ha l'obbligo di verificare attentamente le perdite di carico dell'impianto di distribuzione dell'aria sulla scorta delle apparecchiature da essa prescelte ed in base a queste ultime affinare la scelta del ventilatore.

Ultimata l'installazione l'A.L. dovrà procedere ad accurate misure delle portate dell'aria in mandata ed in estrazione a tarare i ventilatori al fine di assicurare le portate di progetto.

**CARATTERISTICHE TECNICHE**

<b>Grandezza</b>	<b>U.M.</b>	<b>UTA 03</b>	<b>UTA 05</b>
Esecuzione		Orizzontale	Orizzontale
Portata aria	m <sup>3</sup> /h	900	400
Pressione statica residua	Pa	200	150
Alimentazione	V/f/Hz	230/1/50	230/1/50
Potenza elettrica assorbita	kW	0,80	0,50
<u>Batteria integrazione ad acqua</u>			
Potenza termica	kW	9,9	-
Temperatura alimentazione	°C	60/50	-
Perdita di carico acqua	kPa	3,9	-
<u>Batteria integrazione elettrica</u>			
Alimentazione	V/f/Hz	-	230/1/50
Potenza elettrica assorbita	kW	-	2,1

### 3.9 UMIDIFICATORE A VAPORE ELETTRICO A RESISTENZA

#### CARATTERISTICHE GENERALI

Produttore di vapore elettrico a resistenze immerse, modulante a funzionamento automatico.

#### CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

- Produttore di vapore elettrico a resistenze immerse, cilindro vapore in acciaio inox, Ni Cr, per esercizio con acqua normale di rete, addolcita o demineralizzata.
  - Pompa di scarico e contenitore esterno del calcare per una manutenzione dall'esterno semplice e rapida.
  - Gestione elettronica dell'unità di livello
  - Interfacciabile con ogni segnale di regolazione esterno.
  - Funzionamento completamente automatico gestito da microprocessore
  - Erogazione vapore proporzionale con precisione lineare
  - Unità di comando con display alfanumerico LCD multifunzionale.
  - Scheda per la segnalazione remota di stati e allarmi
- Alimentazione 400/3/50 V/f/Hz

#### CARATTERISTICHE DI MONTAGGIO

L'umidificatore dovrà essere allacciato alle tubazioni di alimentazione e di scarico acqua.

L'alimentazione dovrà essere derivata dalla rete acqua attraverso un rubinetto di intercettazione completo di filtro

Lo scarico dell'apparecchio deve essere collegato alla rete di scarico acque bianche

Per la prima parte dello scarico devono essere previste tubazioni in gomma e/o plastica non conduttive per impedire perdite di corrente verso terra

Il tubo per la distribuzione del vapore nelle condotte dovrà essere interamente in acciaio inox e dovrà essere proporzionato alla potenzialità dell'umidificatore e alla sezione della canalizzazione.

Compatibilmente con le dimensioni della condotta d'aria, i distributori devono essere più lunghi possibile e sistemati lontano da curve, diramazioni, cambi di sezione, griglie filtri, ventilatori.

Per l'eliminazione della condensa il distributore dovrà essere montato con una leggera pendenza (2 - 3%).

La connessione tra umidificatore e distributore deve essere realizzata in modo tale da evitare accumuli di condensa con conseguente rumorosità (sotto forma di gorgoglii) e perdite di efficienza. Il percorso della tubazione deve sfruttare la gravità per drenare il vapore ricondensato verso l'apparecchio o verso il distributore.

In particolare dovranno essere seguite le seguenti prescrizioni:

- evitare curve troppo strette del tubo per non causare pieghe o strozzature;
- se il distributore si trova ad un livello superiore a quello dell'umidificatore, mantenere una pendenza uniforme minima del 20% verso l'umidificatore per ricondurre il vapore verso il boiler;
- se la differenza tra le quote non è sufficiente per realizzare quanto sopra, oppure se il distributore si trova più in basso del raccordo del cilindro vapore, salire con il tubo ad un livello sufficiente per poi scendere verso il distributore con la pendenza uniforme superiore o almeno pari al 5%;
- evitare di creare sacche di accumulo della condensa tra il cilindro vapore ed il distributore;
- evitare tratti di tubazione con pendenze inferiori a quelle indicate;
- conformare il tubo di scarico condensa in modo da creare un sifone ad evitare ritorni di condensa;
- il tubo della condensa, con una estremità allacciata al distributore di vapore, deve condurre il condensato alla vaschetta di fondo, quando questa si trovi più in basso del distributore o del sistema fognario;

Per il coinvolgimento di vapore e condensa, si dovranno utilizzare speciali tubazioni fornite direttamente dal costruttore dell'apparecchio idonee per l'impiego.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE

Grandezza	U.M.	GV01	GV02	GV01	GV02
Zona		OK GOL	PCC – Direzione Esercizio	Bar - Market	Ristorante
Produzione di vapore	kg/h	27	80	53	53
Alimentazione	V/f/Hz	400/3/50	400/3/50	400/3/50	400/3/50
Potenza elettrica	kW	20,3	60,0	39,8	39,8

#### **3.10 SCAMBIATORE DI CALORE A PIASTRE**

Scambiatore di calore a piastre saldobrasate, per impianti di riscaldamento, raffreddamento, produzione di acqua calda igienico-sanitaria.

#### CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Pressione massima di esercizio primario/secondario 25/16 bar

Temperatura minima di esercizio -10 °C

Temperatura massima di esercizio 180 °C

Piastre corrugate in acciaio inox AISI 316L

Brasatura in rame

Fusto, piastroni e attacchi in acciaio verniciato

Attacchi filettati fino a DN 50

Completo di staffe di montaggio

Completo di guscio isolante smontabile in poliuretano

CARATTERISTICHE TECNICHE

<b>Grandezza</b>	<b>U.M.</b>	
Potenzialità	kW	450
Numero piastre		180
<u>Circuito primario</u>		
Fluido		acqua
Portata	l/h	19.300
Temperatura ingresso/uscita	°C	80/65
Perdita di carico	kPa	15
Ø attacchi	DN	50
<u>Circuito secondario</u>		
Fluido		acqua
Portata	l/h	25.800
Temperatura ingresso/uscita	°C	55/70
Perdita di carico	kPa	24
Ø attacchi	DN	50

**3.11 IMPIANTO DI TRATTAMENTO ACQUA A DOPPIA COLONNA**

L'addolcitore per il trattamento dell'acqua dovrà essere del tipo completamente automatico, a doppia colonna, con rigenerazione automatica volumetrica alternata.

Ogni colonna dovrà essere gestita da un contatore ad impulsi, il quale al raggiungimento della portata programmata attraverso il quadro di comando e controllo, avvierà automaticamente la rigenerazione della stessa ed inserirà la seconda colonna precedentemente in stand-by.

I principali componenti dell'addolcitore dovranno essere:

- contenitore delle resine in acciaio elettrosaldato e zincato a fuoco;
- contenitore del sale in materiale plastico oppure in acciaio verniciato con vernici epossidiche antiacide;
- automatismi vari per il funzionamento, il controllo e la regolazione dell'addolcitore.

A monte dell'addolcitore dovranno essere installati due filtri dissabbiatori con cartuccia intercambiabile in grado di garantire la filtrazione di tutti i corpi solidi con granulometria superiore a 80  $\mu$ , di tipo autopulente, con funzionamento semiautomatico, uno funzionante ed uno di riserva.

Sulla tubazione di alimentazione del gruppo di trattamento acqua, in arrivo dalla rete acqua potabile, dovrà essere inserito un disconnettore anticontaminazione, al fine di preservare la rete stessa in caso di pressione di valle superiore.

A valle dell'addolcitore dovranno essere installate delle stazioni di dosaggio di prodotti condizionanti per i vari circuiti previsti.

Ogni stazione dovrà essere composta da:

- Serbatoio di contenimento prodotto in materiale plastico, capacità 100 l con coperchio e sonda di minimo livello, predisposto per inserimento diretto della pompa dosatrice
- Pompa dosatrice elettromeccanica a portata variabile, funzionamento manuale o automatico (comandato da contatore ad impulsi) completi di motore, tubazioni di mandata e raccordo per l'inserimento sul relativo serbatoio
- Contatore ad impulsi a frequenza rapida adatto per il comando di pompe dosatrici, attacchi filettati fino a  $\varnothing 1\frac{1}{2}$ ", flangiati per diametri superiori
- Disconnettore anticontaminazione per evitare che in caso di anormale variazioni di pressione l'acqua di un circuito trattata con un determinato prodotto chimico possa defluire verso altri circuiti trattati diversamente

La tubazione di alimentazione dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria dovrà essere provvista di una valvola di by-pass tarabile per garantire il grado di durezza richiesto dalla normativa vigente.

### CARATTERISTICHE TECNICHE

Grandezza	U.M.		
Zona		Uffici	Stazione di servizio
Portata massima	m <sup>3</sup> /h	5,0	11,5
Capacità ciclica minima	m <sup>3</sup> /F	800+800	1.350+1.350
Capacità resine	kg	130+130	225+225
Pressione massima di esercizio	kPa	600	600
Ø bocche	Ø	1¼"	1½"
Alimentazione	V/f/Hz	230/1/50	230/1/50

### 3.12 COLLETTORE SOLARE PIANO

#### CARATTERISTICHE GENERALI

Collettore solare piano per sistemi a circolazione forzata, montaggio orizzontale o inclinato.

#### CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Struttura in alluminio anodizzato.

Vetro trasparente temprato, altamente selettivo, spessore 4 mm.

Piastra captante in rame con rivestimento in Sol-Titan che garantisce un elevato assorbimento delle radiazioni solari e una bassa emissione di radiazioni termiche.

Tubazione collettore in rame sottostante la piastra captante.

Isolamento termico in fibra minerale ad alta densità, spessore 50 mm.

CARATTERISTICHE TECNICHE DI UN COLLETTORE

<b>Grandezza</b>	<b>U.M.</b>	
Superficie lorda	m <sup>2</sup>	2,006
Superficie assorbente	m <sup>2</sup>	1,740
Coeff di assorbimento	%	95
Coeff di emissione	%	5
Temperatura di stagnazione	°C	190
Pressione massima di esercizio	bar	6
Peso a vuoto	kg	30
Dimensioni	mm	1.004 x 2004 x 78

**3.13 BOLLITORE PER ACQUA CALDA SANITARIA**

Il bollitore dovrà essere del tipo cilindrico verticale, costruito in lamiera di acciaio zincato a caldo completo di piedini di appoggio, con doppio scambiatore di calore a fascio tubero estraibile in acciaio inox .

Il serbatoio dovrà essere protetto internamente mediante un trattamento anticorrosivo adatto per uso alimentare, e corredato di anodi al magnesio cortocircuiti, gruppo di scarico e di sfiato automatico, attacchi per sonde ed accessori .

La coibentazione dovrà essere eseguita mediante materassini in fibra di vetro ad alta densità dello spessore di 100 mm, rifinita con lamierino d'alluminio lucido sagomato spessore 10/10.

CARATTERISTICHE TECNICHE

<b>Grandezza</b>	<b>U.M.</b>		
Capacità	l	1.000	2.000
Superficie di scambio scambiatore inferiore	m <sup>2</sup>	5,0	4,0
Superficie di scambio scambiatore superiore	m <sup>2</sup>	1,5	4,0
Pressione di esercizio serbatoio	kPa	800	800
Pressione di esercizio scambiatore	kPa	1200	1200

**3.14 ELETTROPOMPE**

Le elettropompe, centrifughe, dovranno essere in-line, monostadio, idonee per acqua calda refrigerata.

CARATTERISTICHE POMPE IN - LINE

- corpo in ghisa
- girante acciaio inox/ghisa

- albero in acciaio inox
- tenuta meccanica
- attacchi flangiati EN 1092-2
- pressione di esercizio PN 16
- temperatura di esercizio -25 / + 140 °C
- grado di protezione IP 55
- motore a 4 poli
- classe di efficienza motore IE 3 (IE 4 per potenze <1,5kW)
- regolatore di velocità variatore di frequenza integrato
- alimentazione 230/1/50 V/f/Hz

#### CARATTERISTICHE CIRCOLATORI

- corpo in ghisa
- girante in poliestere
- albero in acciaio inox
- attacchi flangiati EN 1092-2
- pressione di esercizio PN 16
- temperatura di esercizio -10 / + 110 °C
- grado di protezione IP X4D
- motore a 4 poli, sincro a magneti permanenti
- classe di efficienza motore IE 4
- regolatore di velocità variatore di frequenza integrato
- indice di efficienza energetica EEI 0,18
- alimentazione 230/1/50 V/f/Hz

Ogni pompa inoltre dovrà essere completa di due valvole di sezionamento, filtro, valvola di ritegno, giunti antivibranti, collettore di aspirazione e mandata, collegamento del gocciolatoio alla rete di scarico.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE ELETTROPOMPE FABBRICATO UFFICI

Grandezza	U.M.	EP 01 a/b	EP 02 a/b	EP 03 a/b	EP 04 a/b
Circuito		UTENZE ACQUA CALDA	UTENZE ACQUA REFR.	PRODUZIONE ACS	COLLETTORI SOLARI
Tipologia	-	IN-LINE	IN-LINE	IN-LINE	IN-LINE
Costruzione	-	GEMELLARE	GEMELLARE	GEMELLARE	GEMELLARE
Azionamento	-	INVERTER	INVERTER	INVERTER	INVERTER
Portata	m <sup>3</sup> /h	36,0	83	5,5	1,0
Prevalenza	m	10,0	10	5,0	5,0
Ø bocche	DN	100	100	40	32
Alimentazione	V/f/Hz	230/1/50	400/3/50	230/1/50	230/1/50
Potenza motore	kW	1,6	4,0	0,27	0,14

Grandezza	U.M.	EP 05 a/b	EP 06 a/b	EP 07 a/b
Circuito		RICIRCOLO ACS	RECUPERO UTA 01	RECUPERO UTA 02
Tipologia	-	IN-LINE	IN-LINE	IN-LINE

Costruzione	-	GEMELLARE	GEMELLARE	GEMELLARE
Azionamento	-	INVERTER	INVERTER	INVERTER
Portata	m <sup>3</sup> /h	1,8	1,0	2,8
Prevalenza	m	4,0	9,0	9,0
Ø bocche	DN	32	32	32
Alimentazione	V/f/Hz	230/1/50	230/1/50	230/1/50
Potenza motore	kW	0,12	0,33	0,33

### CARATTERISTICHE TECNICHE ELETTROPOMPE STAZIONE DI SERVIZIO

<b>Grandezza</b>	<b>U.M.</b>	<b>EP 01 a/b</b>	<b>EP 02 a/b</b>	<b>EP 03 a/b</b>	<b>EP 04 a/b</b>
Circuito		UTENZE ACQUA CALDA	UTENZE ACQUA REFR.	PRODUZIONE ACS	COLLETTORI SOLARI
Tipologia	-	IN-LINE	IN-LINE	IN-LINE	IN-LINE
Costruzione	-	GEMELLARE	GEMELLARE	GEMELLARE	GEMELLARE
Azionamento	-	INVERTER	INVERTER	INVERTER	INVERTER
Portata	m <sup>3</sup> /h	30,0	50	11,0	5,0
Prevalenza	m	10,0	10	8,0	8,0
Ø bocche	DN	80	80	50	40
Alimentazione	V/f/Hz	230/1/50	400/3/50	230/1/50	230/1/50
Potenza motore	kW	1,3	3,0	0,53	0,36

<b>Grandezza</b>	<b>U.M.</b>	<b>EP 05 a/b</b>	<b>EP 06 a/b</b>	<b>EP 07 a/b</b>	<b>EP 08 a/b</b>
Circuito		RICIRCOLO ACS WC	RICIRCOLO ACS CUCINA	RECUPERO UTA 01	RECUPERO UTA 04
Tipologia	-	IN-LINE	IN-LINE	IN-LINE	IN-LINE
Costruzione	-	GEMELLARE	GEMELLARE	GEMELLARE	GEMELLARE
Azionamento	-	INVERTER	INVERTER	INVERTER	INVERTER
Portata	m <sup>3</sup> /h	1,5	1,0	1,0	1,1
Prevalenza	m	4,0	4,0	9,0	9,0
Ø bocche	DN	32	32	32	32
Alimentazione	V/f/Hz	230/1/50	230/1/50	230/1/50	230/1/50
Potenza motore	kW	0,12	0,12	0,33	0,33

### 3.15 VENTILCONVETTORI VERTICALI CON MOTORE ELETTRONICO

I ventilconvettori da installare dovranno per uniformità appartenere ad una stessa serie di modelli di un'unica casa costruttrice, tali da soddisfare le caratteristiche di potenzialità richieste dall'impianto di condizionamento e disponibili nei modelli verticali con carenatura e piedini.

Sui disegni sono riportati i dati tecnici relativi alle grandezze da impiegare.

I ventilconvettori dovranno garantire un livello di potenza sonora non superiore ai 40 dB(A) alla velocità nominale di funzionamento (carico nominale di progetto).

Le principali caratteristiche dell'apparecchio, dovranno essere le seguenti:

## CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE:

### MOBILE DI COPERTURA

È composto da robuste spalle laterali in materiale sintetico antiurto (ABS) e da una sezione frontale in lamiera d'acciaio zincata a caldo e preverniciata. La griglia di mandata dell'aria, in materiale sintetico, è di tipo reversibile ad alette fisse ed è posizionata sulla parte superiore. Completo di piedini

### STRUTTURA PORTANTE

In lamiera zincata, spessore 1 mm, composta da due spalle laterali e da una parete posteriore isolate con materassino in polietilene cellule chiuse classe M1

### FILTRO

Rigenerabile in polipropilene a nido d'ape. Il telaio, in lamiera zincata, è inserito in guide fissate sulla struttura interna che permettono una facile estrazione. Una copertura frontale del filtro, in materiale plastico dello stesso colore della griglia di mandata, evidenzia la presenza dello stesso.

### MOTORE

Motore elettronico brushless sincrono a magneti permanenti, del tipo trifase, controllato con corrente ricostruita secondo un'onda sinusoidale BLAC. La scheda elettronica ad inverter per il controllo del funzionamento motore è alimentata a 230 Volt in monofase e, con un sistema di switching, provvede alla generazione di una alimentazione di tipo trifase modulata in frequenza e forma d'onda. Il tipo di alimentazione elettrica richiesta per la macchina è quindi monofase con tensione 230 - 240 V e frequenza 50 - 60 Hz

### GRUPPO VENTILANTE

Costituito da ventilatori centrifughi a doppia aspirazione, particolarmente silenziosi, con giranti in alluminio o materiale plastico bilanciate staticamente e dinamicamente, direttamente calettate sull'albero motore

### BATTERIA DI SCAMBIO TERMICO

È costruita con tubi di rame ed alette in alluminio fissate ai tubi con procedimento di mandrinatura meccanica. La batteria principale e l'eventuale batteria addizionale sono dotate di due attacchi Ø 1/2" gas femmina.

I collettori sono corredati di sfoghi d'aria e di scarichi d'acqua Ø 1/8" gas.

Lo scambiatore non è adatto ad essere utilizzato in atmosfere corrosive o in tutti quegli ambienti in cui si possano generare corrosioni nei confronti dell'alluminio.

La posizione di serie degli attacchi idraulici è sul lato sinistro guardando l'apparecchio di fronte. Le batterie sono di tipo reversibile: il lato degli attacchi può perciò essere invertito in fase di montaggio in cantiere.

### BACINELLA RACCOLTA CONDENSA

In materiale plastico, realizzata a forma di L e fissata alla struttura interna; nella versione orizzontale, da esterno o da incasso, la bacinella è isolata con materassino in polietilene a cellule chiuse classe M1. Il tubo di scarico condensa è Ø 15 mm.

## MONTAGGIO AD INCASSO

Nel caso di eventuale montaggio ad incasso l'apparecchio dovrà essere fornito senza mobile di copertura e completo di tutti gli accessori ed i componenti necessari per il corretto funzionamento, quali bocchette di mandata e ripresa, condotti di mandate e ripresa fonoassorbenti, staffe di supporto etc.

### CARATTERISTICHE TECNICHE MINIME

Temperatura acqua calda: 60/50 °C  
 Temperatura acqua refrigerata 8/13 °C  
 Velocità media – Tensione di comando 5 V dc

TIPOLOGIA	POTENZA SONORA $L_w$ dB(A)	PORTATA ARIA  m <sup>3</sup> /h	PORTATA ACQUA CALDA l/h	PORTATA ACQUA REFRIGERATA l/h	POTENZA TERMICA Watt	POTENZA FRIGORIFERA		$\Delta P$ ACQUA CALDA kPa max	$\Delta P$ ACQUA REFRIGERATA kPa max
						Sensibile	Totale		
						Watt	Watt		
A	44	220	80	180	920	820	1.000	1,6	13,0
B	42	350	140	330	1.600	1.450	1.880	5,4	12,7
C	48	610	230	550	2.690	2.550	3.150	3,1	14,5

### 3.16 VENTILCONVETTORI DA INCASSO IN CONTROSOFFITTO CON MOTORE ELETTRONICO

I ventilconvettori da installare dovranno per uniformità appartenere ad una stessa serie di modelli di un'unica casa costruttrice, tali da soddisfare le caratteristiche di potenzialità richieste dall'impianto di condizionamento.

Sui disegni sono riportati i dati tecnici relativi alle grandezze da impiegare.

I ventilconvettori dovranno garantire un livello di potenza sonora non superiore ai 40 dB(A) alla velocità nominale di funzionamento (carico nominale di progetto).

Le principali caratteristiche dell'apparecchio, dovranno essere le seguenti:

#### CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE:

##### GRIGLIA DI RIPRESA E DIFFUSIONE DELL'ARIA

Griglie di ripresa, cornice ed alette di diffusione orientabili su ogni lato in materiale sintetico ABS. colore bianco RAL 9003

##### STRUTTURA INTERNA PORTANTE

In lamiera zincata isolata sulla parete interna con materassino in polietilene a cellule chiuse classe M1 e con una barriera anticondensa sulla parete esterna.

##### APPARECCHIATURA DI CONTROLLO

È costituita dalla scheda elettronica di gestione pompa e dalla scheda elettronica inverter.

### GRUPPO VENTILANTE

Il gruppo motore-ventola, sospeso su antivibranti, risulta essere particolarmente silenzioso. La ventola, di tipo radiale a singola aspirazione, è studiata in modo da ottimizzare le prestazioni utilizzando pale a profilo alare con una particolare sagoma che riduce le turbolenze incrementandone l'efficienza e riducendo la rumorosità.

Le ventole sono accoppiate ad un motore elettronico brushless sincrono a magneti permanenti del tipo trifase, controllato con corrente ricostruita secondo un'onda sinusoidale BLAC. La scheda elettronica ad inverter per il controllo del funzionamento motore è alimentata a 230 Volt in monofase e, con un sistema di switching, provvede alla generazione di una alimentazione di tipo trifase modulata in frequenza e forma d'onda. Il tipo di alimentazione elettrica richiesta per la macchina è quindi monofase con tensione 230 - 240 V e frequenza 50 - 60 Hz.

La portata dell'aria può essere variata in maniera continua mediante un segnale 1-10 V generato dal comando della casa o da sistemi di controllo esterni.

### BATTERIA DI SCAMBIO

È costituita con tubi di rame ed alette di alluminio fissate ai tubi con procedimento di mandrinatura meccanica e sagomata opportunamente.

In esecuzione a 2 o 3 ranghi nella versione impianto a due tubi e 2+1 ranghi per impianto a quattro tubi (il rango caldo si trova nella posizione interna).

Lo scambiatore non è adatto ad essere utilizzato in atmosfere corrosive o in tutti quegli ambienti in cui si possano generare corrosioni nei confronti dell'alluminio.

### BACINELLA RACCOGLI CONDENSA

In ABS termo-accoppiato con polistirolo espanso ad alta densità, con passaggi aria preformati opportunamente sagomati per ottimizzare il passaggio dell'aria.

Classe di reazione al fuoco B1 secondo le norme DIN 4102.

### FILTRO

Filtro sintetico rigenerabile lavabile, facilmente accessibile.

### POMPA DI SCARICO CONDENSA

Pompa di tipo centrifugo con prevalenza utile di 650mm, comandata direttamente dalla scheda elettronica a cui è abbinato un sistema a galleggiante per il controllo del livello condensa e di allarme.

### GRUPPO VALVOLE

A due o tre vie, di tipo ON-OFF complete di raccordi e detentori.

### CARATTERISTICHE TECNICHE MINIME

Temperatura acqua calda:	60/50 °C
Temperatura acqua refrigerata	8/13 °C
Velocità media – Tensione di comando	5 V dc

TIPOLOGIA	POTENZA SOONORA $L_{w}$ dB(A)	PORTATA ARIA  m <sup>3</sup> /h	PORTATA ACQUA CALDA l/h	PORTATA ACQUA REFRIGERATA l/h	POTENZA TERMICA Watt	POTENZA FRIGORIFERA		$\Delta P$ ACQUA CALDA kPa max	$\Delta P$ ACQUA REFRIGERATA kPa max
						Sensibile	Totale		
						Watt	Watt		
D	39	380	140	330	1.553	1.424	1.866	2,6	4,6
E	43	445	110	410	1.267	1.800	2.380	1,5	4,0
F	50	610	130	520	1.505	2,327	2.983	2,1	6,1

### 3.17 COLLETTORI DI DISTRIBUZIONE DI ZONA

#### IMPIANTI IDROSANITARI

Collettori per distribuzione impianti idrosanitari, preassemblati in cassetta, pressione massima di esercizio 10 bar, costituiti da:

- cassetta di contenimento ed ispezione in plastica da incasso con pareti pretranciate e coperchio avvitato
- supporti per fissaggio collettori
- n. 2 collettori semplici componibili in ottone cromato, con valvole di intercettazione incorporate
- n. 2 ammortizzatori del colpo d'ariete corpo in ottone, cromati

#### IMPIANTI DI RISCALDAMENTO

Collettori per distribuzione impianti di riscaldamento, preassemblati in cassetta, pressione massima di esercizio 10 bar, costituiti da:

- cassetta di contenimento ed ispezione in plastica da incasso con pareti pretranciate e coperchio avvitato
- supporti per fissaggio collettori
- n. 2 valvole di intercettazione a sfera con maniglia a farfalla
- n. 2 collettori semplici componibili in ottone cromato
- n. 2 valvoline di sfiato automatico con intercettazione
- coibentazione termica ed antistillicidio

### 3.18 RADIATORI TUBOLARI IN ACCIAIO

#### CARATTERISTICHE GENERALI

Radiatori ad elementi tubolari in acciaio preverniciati, completi di mensole a parete ed accessori.

#### CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

- Tubi in acciaio diametro 25 mm, spessore 1,20 mm
- Teste con raggio di curvatura 25 mm
- Valvolina manuale sfogo aria
- Attacchi gas Ø1¼"
- Pretrattamento con fosfosgrassaggio
- Verniciatura con polveri epossidiche colore bianco RAL 9010

- Imballo singolo costituito da cuffie in materiale antiurto e rivestimento in polietilene
- Pressione massima di esercizio minima 12 bar
- Temperatura massima di esercizio 95 °C
- Rese termiche secondo UNI EN 442

Ogni radiatore dovrà essere corredato dei seguenti accessori verniciati analogamente al radiatore stesso:

- valvola a squadra con comando termostatico
- detentore a squadra
- chele di sostegno
- rosone in corrispondenza dell'uscita della tubazione dalla parete/pavimento

Le rese nominali non dovranno essere inferiori a quelle di seguito riportate:

TIPO RADIATORE		Resa $\Delta t$ 50°C
N. colonne – mm	Altezza – mm	Watt/elem
2	750	52,9
3	750	74,3
4	750	96,8

### 3.19 BOCCHETTE E DIFFUSORI DI IMMISSIONE ED ESTRAZIONE ARIA, SERRANDE DI REGOLAZIONE

Le bocchette ed diffusori di mandata e ripresa aria dovranno essere in alluminio anodizzato o in lamiera verniciata, completi di controtelaio, eventuali serrande di taratura, e di tutti gli accessori per la corretta installazione nelle posizioni previste.

Tutte le bocchette di immissione ed estrazione aria dovranno garantire un livello di potenza sonora non superiore ai 30 dB(A) alla velocità nominale di funzionamento (carico nominale di progetto). Tale livello massimo ammissibile deve essere garantito tenendo conto anche del rumore indotto dalla relativa unità di trattamento aria di alimentazione e dal rumore generato dalle serrande e dispositivi installati lungo il condotto.

Le principali caratteristiche tecniche sono le seguenti:

#### MANDATA ARIA

##### DIFFUSORE A PARETE

Diffusore a microugelli orientabili su piastra microforata per montaggio a parete, corredato di camera di raccordo con attacco posteriore circolare completa di serranda di regolazione

##### DIFFUSORE A SOFFITTO

Diffusore ad alta induzione per montaggio a filo soffitto costituito da schermo frontale forato e cupola posteriore priva di elementi o deflettori interni. Direzione di scarico orizzontale con flusso di scarico turbolento e sistema OptiClean che evita lo sporco interno del diffusore e del pannello frontale dovuto al richiamo di aria ambiente e polvere. Altezza di installazione da 2.5 a 4 m con portata da 60 a 800 m<sup>3</sup>/h. Riduzione massima del gradiente di temperatura nella zona occupata anche in presenza di elevate differenze di temperature in fase di raffreddamento e di riscaldamento (max -10 °K / +10 °K). Installazione con cassetta di

raccordo o collegamento diretto al tubo flessibile. Versione speciale con altezza plenum ridotta e imbocco arrotondato del diffusore, completo di serranda di regolazione.

#### UGELLO

Ugello orientabile emisferico per lanci profondi e ingresso aria arrotondato per garantire prestazioni aerauliche ottimali. Viti di fissaggio nascoste. A richiesta con diffusore twist nella parte posteriore per lanci intermedi senza riduzione della portata.

Altezza di installazione da 2.8 a 10 m con lancio da 3 a 50 m e portate da 40 a 2120 m<sup>3</sup>/h. Azionamento manuale, con elemento termostatico o con motore elettrico interno al flusso dell'aria. Posizione a inclinazione 0° regolabile di 20° mediante guida con incrementi di 5° (solo ugello termostatico). Dispositivo di sgancio automatico per evitare danni al sistema di azionamento termostatico nel caso di forzatura manuale. Riduzione massima del gradiente di temperatura nella zona occupata anche in presenza di elevate differenze di temperature in fase di raffreddamento e di riscaldamento (max -8 °K / +6 °K). Installazione diretta a canale o mediante raccordo circolare

#### VALVOLA DI VENTILAZIONE

Valvola di ventilazione in acciaio verniciato, con disco centrale ellittico, regolabile a vite, completa di collare per il collegamento al flessibile.

#### BOCCHETTA STANDARD

Bocchetta rettangolare a doppia fila di alette ortogonali, in alluminio anodizzato, completa di serranda di taratura ad alette con rotazione contraria e contro telaio

#### RIPRESA ARIA

##### DIFFUSORE A PARETE

Diffusore di ripresa con piastra microforata analoga alla mandata, per montaggio a parete, corredato di camera di raccordo con attacco posteriore circolare completa di serranda di regolazione

##### DIFFUSORE A SOFFITTO

Diffusore di ripresa per montaggio a filo soffitto costituito da schermo frontale forato analogo alla mandata. Installazione con cassetta di raccordo o collegamento diretto al tubo flessibile. Versione speciale con altezza plenum ridotta e imbocco arrotondato del diffusore, completo di serranda di regolazione.

#### VALVOLA DI VENTILAZIONE

Valvola di ventilazione in acciaio verniciato, con disco centrale ellittico, regolabile a vite, completa di collare per il collegamento al flessibile.

#### GRIGLIA STANDARD

Griglia di ripresa, in alluminio anodizzato, a semplice fila di alette orizzontali fisse, inclinate, parallele al lato orizzontale, completa di contro telaio e serranda di taratura ad alette con rotazione contraria.

#### GRIGLIA DI TRANSITO

Griglia di transito, in alluminio anodizzato, a semplice fila di alette a labirinto, con profilo antiluce, completa di contro cornice per fissaggio sulle porte.

### SERRANDA DI REGOLAZIONE

Serranda di regolazione aria in acciaio zincato, con alette tamburate, a rotazione contraria tramite ingranaggi, con comando manuale, passo 50 mm.

### **3.20 GRIGLIE PRESA ARIA ESTERNA ED ESPULSIONE**

Dovranno essere costituite da una intelaiatura esterna in acciaio zincato e verniciato, di spessore minimo 10/10 mm, da una rete di protezione antitopo in acciaio zincato e verniciato all'esterno, di una serie di alette fisse in lamiera di acciaio zincato e verniciato di robusto spessore, passo 50 o 100 mm, disposte con inclinazione di 45°, in modo da impedire l'entrata di acqua.

Le singole parti della griglia saranno imbullonate tra di loro o saldate.

In questo caso la zincatura dovrà essere fatta a saldatura avvenuta.

Qualora la griglia sia collegata ad un canale, tra la griglia ed il canale dovrà essere previsto un tronco della lunghezza minima di 30 cm, in lamiera zincata e dello spessore stesso del canale, inclinato verso l'alto di un angolo di 25°, per impedire eventuale trasporto d'acqua nel canale.

La griglia dovrà essere posta ad un'altezza tale da impedire l'accumulo di neve davanti ad essa.

Le griglie dovranno essere di tipo acustico cioè adatte ad abbattere in parte il livello di rumorosità prodotto dai ventilatori e dall'aria.

### **3.21 SILENZIATORE**

#### GENERALITA'

Silenziatore rettangolare con cassa in acciaio zincato e setti fonoassorbenti in lana minerale ad alta densità con rivestimento antiruggine.

Le caratteristiche riportate nella presente scheda fanno riferimento ai valori di prestazione minimi accettabili. In sede di cantierizzazione del progetto dovranno essere verificati e selezionati, senza alcun onere aggiuntivo per l'E.A., silenziatori idonei alle caratteristiche dichiarate dai produttori dei componenti impiantistici (UTA, serrande, bocchette) al fine di verificare e rispettare i livelli massimi ammissibili di rumorosità in ambiente di cui al presente capitolato.

#### CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Carcassa metallica per il contenimento dei setti, realizzata in lamiera zincata spessore minimo 1 mm, completa di flange forate alle due estremità.

Setti costituiti da telaio in lamiera zincata contenente lana minerale ad alta densità e ad alto coefficiente di assorbimento acustico con rivestimento in fibra di vetro per impedirne lo sfaldamento con velocità dell'aria fino a 20 m/s

La certificazione di reazione al fuoco del materiale fonoassorbente è in Classe 1 ai sensi del D.M. 26-6-1984.

### DIMENSIONI

Spessore dei setti 200 mm  
 Larghezza passaggi aria 100 mm  
 Area frontale libera 33 %

### ATTENUAZIONE ACUSTICA IN dB (Secondo ISO 7235)

Lungh. mm	Bande d'ottava - Hz							
	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
600	4	4	14	18	25	27	22	15
900	4	5	19	24	34	38	30	19
1.200	4	7	20	30	41	40	37	23
1.500	7	8	22	36	42	40	39	25
1.800	7	10	26	40	44	42	44	28
2.100	9	12	28	41	44	42	46	31

## 3.22 SERRANDE TAGLIAFUOCO

### SERRANDA QUADRANGOLARE

Serranda tagliafuoco certificata secondo la Normativa Europea EN 1366-2 (Decreto Ministero dell'Interno 16 Febbraio 2007) presso laboratorio certificato con classificazione secondo UNI EN 13501-3.

#### **Comportamento al fuoco:**

- chiusura automatica a meno di 30 secondi dal contatto con la fiamma;
- isolamento al calore e alla fiamma indicata a progetto e comunque sempre maggiore o uguale alla resistenza al fuoco della parete attraversata;
- assenza di ponte termico tra le facce della parete di installazione;
- assenza di ponte termico tra i canali a monte e a valle.

#### **Comportamento al fumo:**

- funzione di serranda taglia fumo sia in assenza d'incendio (fumi freddi) sia durante l'incendio.

**Possibilità di installazione:** la serranda deve essere idonea per poter essere certificata per installazione

- entro parete in mattoni aerati o REI;
- entro parete leggera (cartongesso);
- entro solaio in calcestruzzo.

**Comandi di chiusura:** la chiusura della serranda deve poter essere

- totalmente meccanica;
- meccanico/magnetico per collegamento ad impianto antincendio e rilevamento fumi;

- motorizzato per collegamento ad impianto antincendio e rilevamento fumi con riarmo automatico.

Blocco sicurezza: garantisce il mantenimento della chiusura della serranda anche nel caso in cui il fuoco distruggesse completamente il comando di chiusura.

***Caratteristiche aerauliche:***

- assenza di una direzione preferenziale per il flusso d'aria;
- velocità dell'aria fino a 10 m/s;
- perdite di carico contenute;
- bassa generazione di rumore.

***Materiali:***

- condotto in lamiera zincata di acciaio al carbonio;
- pala monoblocco in silicato di calcio;
- pala in tre strati composta in due pannelli esterni in silicato di calcio e un pannello interno in solfato di calcio;
- guarnizione termica in fibra minerale;
- guarnizione per fumi freddi in silicone;
- guarnizione termo espandente in grafite
- accessori a corredo inclusi.

***Modalità di installazione e certificazione***

L'installazione deve essere eseguita osservando scrupolosamente le procedure di installazione fornite dal costruttore, che rispecchiano le installazioni realizzate durante le prove al fuoco.

L'installazione deve essere certificata dall'installatore mediante dichiarazione di corretta posa in opera specificando:

- costruttore, marca e modello della serranda;
- versione della serranda e accessori a corredo;
- modalità di installazione e accessori a corredo in funzione della parete (pesante o leggera) e della posizione (verticale, orizzontale);
- documentazione tecnica allegata a corredo.

### 3.23 VALVOLAME

E' previsto valvolame in ghisa e in bronzo.

Il valvolame in ghisa sarà del tipo a flange;

il valvolame in bronzo sarà del tipo pesante con attacchi filettati.

L'impiego del valvolame a flange è previsto per diametri superiori al DN 32.

Sui collettori è, per uniformità, richiesta l'installazione di valvolame a flange anche per piccoli diametri.

Sulle tubazioni acqua potabile fredda, calda e ricircolo sono previste valvole di intercettazione a sfera con corpo in ottone ed attacchi filettati ad eccezione di quelle installate sui gruppi di pompaggio.

Le valvole di commutazione stagionale dovranno essere del tipo in acciaio a sfera con attacchi flangiati.

Sulle reti di distribuzione, nei punti più alti e dove occorre, dovranno essere previsti scarichi d'aria, nei punti più bassi scarichi d'acqua, così come indicato sui disegni di progetto.

Per gli scarichi d'aria si dovranno adottare valvole automatiche a galleggiante.

Per gli scarichi d'acqua si dovranno adottare rubinetti a maschio completi di chiavi di manovra, con scarico convogliato alla rete di raccolta prevista.

### VALVOLAME IN BRONZO E OTTONE

- VALVOLE A SFERA:
  - corpo in ottone;
  - sfera in ottone cromato;
  - guarnizioni delle sedi e guarnizioni di tenuta dello stelo in teflon;
  - pressione massima ammissibile = 16 bar;
  - temperatura di esercizio = 120°C;
  - giunzioni filettate.
  
- VALVOLE DI RITEGNO
  - corpo in ottone;
  - otturatore a piattello in acciaio inox
  - perno in ottone
  - molla in acciaio inox
  - tenuta in NBR
  - pressione massima ammissibile = 12 bar;
  - temperatura di esercizio = 100°C;
  - giunzioni filettate.
  
- FILTRI
  - corpo e coperchio in bronzo;
  - cestello filtrante in acciaio inox 18/8;
  - pressione massima ammissibile = 16 bar;
  - temperatura di esercizio = 120°C;
  - giunzioni filettate.

### VALVOLAME IN GHISA

- SARACINESCHE A CORPO PIATTO ESENTE MANUTENZIONE:
  - corpo e coperchio in ghisa sferoidale;
  - vite interna in acciaio inox
  - cuneo in ghisa sferoidale rivestito in EPDM
  - volantino in ghisa;
  - tenuta albero con O-ring ;
  - anelli di tenuta in ottone fuso;
  - pressione massima ammissibile = 16 bar;
  - temperatura di esercizio = 100°C;

- flange dimensionate secondo UNI PN 16 con gradino di tenuta.
- VALVOLE FARFALLA WAFER TIPO LUG:
  - corpo in ghisa sferoidale esecuzione LUG con verniciatura epossidica
  - disco in ghisa a sferoidale con verniciatura epossidica
  - asta di manovra in acciaio inox
  - manicotto di tenuta sul corpo in elastomero
  - comando manuale con leva bloccabile
  - pressione massima ammissibile = 16 bar;
  - temperatura di esercizio = 100°C;
  - montaggio tra controflange PN 16
- FILTRI:
  - corpo e coperchio in ghisa;
  - cestello filtrante in acciaio inox 18/8;
  - pressione massima ammissibile = 16 bar;
  - temperatura di esercizio = 120°C;
  - flange dimensionate secondo UNI PN 16 con gradino di tenuta.
- GIUNTI ANTIVIBRANTI:
  - corpo elastico di forma sferica, in gomma, con rete di supporto in nylon e filo d'acciaio;
  - pressione massima ammissibile = 16 bar;
  - temperatura di esercizio = 120°C;
  - flange dimensionate secondo UNI PN 16 con gradino di tenuta..
- VALVOLE DI RITEGNO VENTURI:
  - corpo e battente in ghisa sferoidale;
  - stelo in acciaio inox
  - molla in acciaio inox
  - anello di tenuta in acciaio inox;
  - pressione massima ammissibile = 16 bar;
  - temperatura di esercizio = 120°C;
  - flange dimensionate secondo UNI PN 16 con gradino di tenuta.

### 3.24 TUBAZIONI IN ACCIAIO NERO

#### TUBAZIONI IN ACCIAIO Fe 330:

senza saldatura, secondo UNI EN 10255 per diametri fino a DN 50.

#### TUBAZIONI IN ACCIAIO Fe 320:

senza saldatura, secondo UNI EN 10216 per diametri superiori.

#### CURVE:

stampate in acciaio.

#### GIUNZIONI:

saldate con saldatura elettrica o ossiacetilenica previa adeguata preparazione delle estremità da saldare.

ACCETTABILITA' DEI DIFETTI DELLE GIUNZIONI:

non è ammessa una mancanza di penetrazione al vertice superiore al 10% dello spessore del tubo.

PROVA IDRAULICA DI TENUTA (secondo UNI 5364):

ultimata la stesura della rete di distribuzione deve essere eseguita una prova idraulica a freddo dell'impianto ad una pressione di prova maggiore di 1 bar rispetto a quella corrispondente alla condizione di normale esercizio.

La prova verrà considerata positiva se l'impianto, mantenuto alla pressione stabilita per sei ore consecutive, non subirà diminuzioni di pressione.

PRESCRIZIONE DI MONTAGGIO:

le reti saranno montate a regola d'arte con l'impiego di:

- staffaggi per guida, sostegno e fissaggio;
- sfoghi aria nei punti più alti con funzione di separatori e accumulatori di aria e con rubinetti o valvole di scarico automatiche;
- giunti elastici per evitare la trasmissione delle vibrazioni alle strutture;
- compensatori di dilatazione assiali ove necessario e relativi punti fissi.
- rubinetti di scarico nei punti bassi;
- verniciatura;
- coibentazioni;
- fascette colorate o targhe indicatrici per l'individuazione dei fluidi (da applicare sopra il coibente).

IMPIEGO:

- reti acqua refrigerata;
- reti acqua calda
- circuiti di raffreddamento.
- tubazioni adduzione gas.

### 3.25 TUBAZIONI IN ACCIAIO ZINCATO

TUBAZIONI IN ACCIAIO Fe 330:

senza saldatura, secondo UNI EN 10255, zincati a caldo secondo UNI EN 10240.

CURVE E RACCORDERIA:

in ghisa malleabile dimensioni secondo UNI.

GIUNZIONI:

vite e manicotto.

PROVA IDRAULICA DI TENUTA (secondo UNI 5364):

ultimata la stesura della rete di distribuzione deve essere eseguita una prova idraulica a freddo dell'impianto ad una pressione di prova maggiore di 1 bar rispetto a quella corrispondente alla condizione di normale esercizio.

La prova verrà considerata positiva se l'impianto, mantenuto alla pressione stabilita per sei ore consecutive, non subirà diminuzioni di pressione.

#### IMPIEGO:

- reti acqua potabile fredda.
- reti acqua potabile calda.
- reti acqua potabile trattata.

### **3.26 TUBAZIONI PREISOLATE IDONEE PER INTERRAMENTO DIRETTO**

Per la distribuzione dei fluidi alle sottocentrali, nei tratti interrati, si dovranno utilizzare tubazioni e pezzi speciali preisolati rivestiti esternamente in polietilene

Per i circuiti acqua calda e acqua refrigerata si dovranno utilizzare tubazioni in acciaio nero

Per i circuiti acqua potabile trattata si dovranno utilizzare tubazioni in acciaio zincato

I tubi preisolati (tubo in acciaio centrato in tubo di polietilene) dovranno essere realizzati con il sistema dell'iniezione nell'intercapedine della miscela di poliuretano che realizza l'isolamento.

La tecnologia dovrà essere tale per cui si realizzi una perfetta adesione tra i tre componenti, tubo in acciaio, isolamento e tubo di protezione in polietilene; si ottiene così una resistenza meccanica tale da sopportare senza danni e senza scorrimenti reciproci, i movimenti della tubazione rispetto al terreno per effetto delle dilatazioni.

La compensazione delle dilatazioni dovrà avvenire unicamente sui bracci che vengono a crearsi nei punti di cambiamento di direzione delle varie linee; queste zone dovranno essere avvolte con dei materassini di schiuma soffice di poliuretano, per evitare in quel punto l'attrito del terreno.

A seguito delle saldature di testa, i giunti dovranno essere ricoperti con manicotti a scorrimento in polietilene in cui si dovrà iniettare schiuma di poliuretano analoga a quella esistente all'interno delle tubazioni. I terminali dei manicotti dovranno essere infine ricoperti con guaine termorestringenti

Qualora si previsto un sistema di allarme, in grado di verificare la perdita da parte di una tubazione o il danneggiamento del rivestimento, dovrà essere posta particolare cura in corrispondenza delle giunzioni dei conduttori in rame presenti all'interno della coibentazione, al fine di non pregiudicare il funzionamento del sistema stesso.

Le tubazioni dovranno essere postate all'interno di uno strato di sabbia asciutta che le avvolga completamente, avente spessore minimo rispetto alla generatrice inferiore e superiore pari ad almeno 15 cm; solamente a seguito del ricoprimento con sabbia si potrà procedere al reinterro eseguito con materiali provenienti dallo scavo.

La profondità di interramento non dovrà essere inferiore a 0,8 m rispetto alla generatrice superiore delle tubazioni protettive

In corrispondenza dell'attraversamento di pareti o pozzetti le tubazioni dovranno essere protette con apposite guaine in gomma in grado di garantire la tenuta, senza provocare il danneggiamento del rivestimento in polietilene.

### **3.27 TUBAZIONI IN RAME PER CIRCUITI ACQUA CALDA**

#### NOTE GENERALI

Le tubazioni in rame, se non diversamente indicato, devono essere conformi alla tabella UNI 6507-69, avere titolo 99,9% ed essere disossidate con fosforo (P residuo compreso tra 0,015% e 0,04%) secondo le norme ASTM.

In particolare i tubi devono essere sgrassati internamente e presentare la superficie interna ed esterna lisce, esenti da difetti come bolle, soffiature, scaglie, ecc., che possono provocare inconvenienti nell'utilizzazione dei tubi stessi.

#### GIUNZIONI

I giunti tra tubi in rame e raccordi a brasare vanno effettuati mediante brasatura dolce a bassa temperatura di fusione (300°C) o equivalente.

Devono essere impiegati solo raccordi normalizzati.

I giunti tra i tubi in rame, devono essere effettuati mediante brasatura forte con lega saldante ad alta temperatura di fusione (800°C) o equivalenti.

Le estremità dei tubi vanno tagliate perpendicolarmente e sbavate.

Le parti terminali dei tubi vanno calibrate mediante apposito attrezzo e mazzuolo di legno.

Le superfici da saldare dei tubi e dei raccordi vanno pulite metallicamente, devono cioè risultare prive di sporcizia e di ossido. Per la pulizia va usata lana di acciaio fine o tela smeriglio con grana 240 (o più fine) oppure spazzole metalliche circolari e rotonde. Non è ammesso l'impiego di lime, spazzole di ferro o carta vetrata.

Le estremità dei tubi vanno successivamente spalmate con disossidante (solo le parti di tubo che entrano nei raccordi).

Il disossidante per le brasature dolci deve essere di tipo normalizzato autoneutralizzante.

Il disossidante per le brasature forti deve essere di tipo normalizzato sotto forma di pasta o di polvere secca.

Nella brasatura forte deve essere in ogni caso evitato il surriscaldamento sino all'incandescenza delle parti da saldare.

I giunti tra i tubi di rame e i tubi di ferro vanno eseguiti mediante ghiera di bronzo od ottone.

#### IMPIEGO:

- Circuito collettori solari

### **3.28 TUBAZIONI IN POLIETILENE PER CONDOTTE ACQUA IN PRESSIONE**

#### MATERIALE

Tubazioni in Polietilene ad Alta Densità PE 100 conforme alla norma UNI EN 12201 colore nero con righe azzurre coestruse longitudinali, idonee alla distribuzione dell'acqua potabile e liquidi alimentari secondo quanto previsto dal D.M. n. 174 del 06/04/2004, contrassegnate con marchio del produttore, diametro, pressione nominale simbolo Istituto Italiano Plastici.

Le tubazioni devono essere formate per estrusione, e possono essere fornite sia in barre che in rotoli e avranno pressione massima di esercizio 16 bar.

### GIUNZIONI

Le connessioni tra tubo e tubo oppure e tra tubi e raccordi (curve, pezzi speciali, T , croci etc), o flange possono essere realizzate per saldatura testa tesa o per elettrofusione con l'utilizzo di appositi manicotti, come da specifica del costruttore, previa preparazione delle superfici.

### POSA IN OPERA

La larghezza minima sul fondo dello scavo deve essere di 20 cm superiore al diametro del tubo che deve contenere.

La profondità minima di interramento deve essere di 1 m misurata dalla generatrice superiore del tubo, e in ogni caso deve essere valutata in funzione dei carichi stradali e del pericolo di gelo. Qualora non possa essere rispettato il valore minimo di profondità richiesta, la tubazione deve essere protetta da guaine tubolari, manufatti in cemento o materiali equivalenti.

Le tubazioni posate nello scavo devono trovare appoggio continuo sul fondo dello stesso lungo tutta la generatrice inferiore e per tutta la loro lunghezza. A questo scopo il fondo dello scavo deve essere livellato con uno strato di sabbia o altro materiale di equivalenti caratteristiche granulometriche avente uno spessore non inferiore a 10 cm.

Ultimata la posa dei tubi nello scavo, si dispone sopra di essi uno strato di sabbia non inferiore a cm 10, misurati sulla generatrice superiore del tubo. Il compattamento dello strato fino a circa 2/3 del tubo deve essere particolarmente curato, eseguito manualmente, cercando di evitare lo spostamento del tubo. La sabbia compattata dovrà presentare un'ottima consistenza ed una buona uniformità, rinfiancando il tubo da ogni lato.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dello scavo stesso, disposto per strati successivi, di volta in volta costipati con macchine leggere vibrocompattatrici.

E' necessario porre un nastro blu continuo con la dicitura "Tubazione Acqua" sulla generatrice superiore della condotta ad una distanza da essa di cm 30, per indicarne la presenza in caso di successivi lavori di scavo.

### UTILIZZO

- Reti di distribuzione acqua potabile interrate.
- Reti antincendio interrata.

### **3.29 TUBAZIONI MULTISTRATO**

Tubazioni metalplastiche multistrato, costituite da strato interno in polietilene reticolato PE-xb impermeabile alla diffusione dell'ossigeno, strato intermedio di alluminio saldato longitudinalmente e strato esterno in polietilene ad alta densità PEHD.

Raccorderia a pressare in ottone, con codolo guida per ganasce della pressatrice, rondella in materia sintetica (PE-LD) contro la corrosione elettrolitica, O-Ring di elastomero (EDPM).

La curvatura potrà essere realizzata a mano anche senza l'aiuto di attrezzi. Il raggio di curvatura non dovrà essere inferiore a: 5,8 cm per le tubazioni da 16 mm, 7 cm per quelle da 20 mm.

Per il taglio delle tubazioni si utilizzerà l'apposita tagliatubi; prima di procedere con la pressatura occorrerà calibrare e sbavare il tubo interno, infine pulirlo da eventuali sbavature o sporcizia.

Tutti i diametri potranno essere pressati mediante la pressatrice elettrica.

Tutte le tubazioni sono da risciacquare dopo il montaggio. L'installazione dovrà essere sottoposta a prova di pressione prima di essere utilizzata definitivamente. La prova di pressione dovrà essere di 1,5 volte a quella di esercizio indicata dal produttore, la caduta di pressione non dovrà essere superiore a 0,1 bar/ora.

Tutti i raccordi a pressare saranno sottoposti a controllo visivo e ad insaponatura per la verifica delle perdite.

I raccordi per la rubinetteria dovranno essere montati in modo tale da essere separati, isolati dalla struttura della costruzione, mediante l'utilizzo di inserto in gomma.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE:

- |  |       |      |
|--|-------|------|
| • Temperature di esercizio:            | 70    | °C   |
| • Temperatura massima ammissibile:     | 95    | °C   |
| • Pressione massima                    | 10    | bar  |
| • Coefficiente di dilatazione termica: | 0,026 | mm/m |

#### IMPIEGO:

- Reti di distribuzione acqua fredda
- Reti di distribuzione acqua calda

### 3.30 TUBAZIONI DI SCARICO IN PEHD

#### TUBAZIONI, CURVE, RACCORDI E PEZZI SPECIALI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ:

I materiali impiegati dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- densità secondo prova DIN 53479 = 0,955 g/cm<sup>3</sup>
- indice di pressione secondo prova DIN 53735 = 0,3 g/10 min.
- tensione di snervamento secondo prova DIN 53455 = 240 kg/cm<sup>2</sup>
- tensione di rottura secondo prova DIN 53455 = 350 kg/cm<sup>2</sup>
- durezza alla sfera di acciaio, valore a 30 s secondo la prova DIN 53456 E = 360 kg/cm<sup>2</sup>
- coefficiente di dilatazione lineare tra 20 e 90 °C secondo la prova DIN 52328 = 2 x 10<sup>-4</sup> mm/°C
- spessori:

- Ø 75 mm	s =	3,0	mm
- Ø 90 mm	s =	3,5	mm
- Ø 110 mm	s =	4,3	mm
- Ø 125 mm	s =	4,8	mm
- Ø 140 mm	s =	5,4	mm
- Ø 160 mm	s =	6,2	mm
- Ø 200 mm	s =	6,2	mm

**GIUNZIONI:**

Le giunzioni fisse dei vari pezzi di tubazioni dovranno essere eseguite per saldatura testa a testa, con apposita attrezzatura tenendo presente che:

- la temperatura allo specchio dovrà essere pari a 210°C;
- il taglio dei tubi dovrà essere effettuato ad angolo retto;
- le parti da saldare dovranno essere pulite accuratamente;
- le tubazioni di diametro maggiore di 75 mm dovranno essere tenute in posizione di saldatura mediante apposite staffe di serraggio.

Le varie fasi delle operazioni di saldatura (riscaldamento, congiunzione assiale, raffreddamento) dovranno essere accuratamente eseguite. Il raffreddamento deve avvenire in modo naturale senza l'impiego di mezzi artificiali.

**COMPENSAZIONE DELLE DILATAZIONI TERMICHE:**

Le colonne ed i collettori dovranno avere opportuni manicotti di dilatazione in modo da consentire il libero movimento delle tubazioni.

**STAFFAGGI:**

Le tubazioni dovranno essere sostenute da apposite staffe e collari aventi un passo inferiore a 10 diametri per le tubazioni orizzontali e a 15 diametri per le verticali.

**IMPIEGO:**

Reti di scarico acque bianche e nere.

**3.31 TUBAZIONI IN POLIETILENE PER GAS**

I tubi di polietilene (PE) destinati ad essere utilizzati per la distribuzione del gas combustibile, devono rispondere ai requisiti specificati nelle norme UNI ISO 4437 e UNI ISO 4605.

Per le installazioni nel territorio della Repubblica Italiana, per il convogliamento di gas naturali, devono essere comunque rispettati i limiti delle pressioni di impiego in relazione ai diametri e agli altri requisiti stabiliti nei D.M. del 24 novembre 1984 e 16 novembre 1999 - Ministero dell'Interno.

**MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI**

L'Impresa accettando l'incarico ad eseguire i lavori si assume la totale ed esclusiva responsabilità dei lavori stessi, assicurandone l'esecuzione a perfetta regola d'arte e nell'assoluta osservanza delle norme e delle leggi in vigore.

Contemporaneamente, l'Impresa si impegna ad effettuare i lavori in coerenza all'elevato standard qualitativo richiesto dalla Committente per le opere in riferimento; più

particolarmente quanto precede obbliga l'Impresa al pieno rispetto delle modalità tecnico-esecutive contenute nella presente.

### SCAVI

L'esecuzione degli scavi, da predisporre per la posa delle tubazioni, dovrà precedere di norma i lavori di saldatura o giunzione delle tubazioni,

Relativamente alle tubazioni in media pressione "B" (M.P.B - pressione superiore a 0,5 bar e inferiore o uguale a 5 bar - ossia di 4<sup>^</sup> e 5<sup>^</sup> specie), la profondità dello scavo dovrà essere tale da garantire un ricoprimento minimo di 90 cm al di sopra della generatrice superiore della tubazione.

Per le tubazioni in media pressione "A" (M.P.A - pressione superiore a 0,04 bar e inferiore o uguale a 0,5 bar - ossia di 6<sup>^</sup> specie) e per le tubazioni in bassa pressione (B.P. - pressione inferiore o uguale a 0,04 bar - ossia di 7<sup>^</sup> specie), la quota richiesta per il ricoprimento minimo è di 90 cm.

Le dimensioni delle sezioni di scavo, in relazione al diametro dei tubi da interrare ed alla misura dello strato di copertura degli stessi, dovrà essere tale da consentire la posa a perfetta regola d'arte delle condotte.

Pareti e fondo dello scavo dovranno essere accuratamente ripuliti da sassi, radici, spuntoni e qualsiasi altro materiale estraneo. Inoltre lo scavo non dovrà presentare asperità che possano ledere l'integrità della tubazione.

### RIEMPIMENTI

Per tutta la lunghezza della tubazione posata nello scavo, dovrà essere disposto sotto, di fianco e sopra - ovvero a contatto diretto della medesima - idoneo materiale prevalentemente costituito da sabbia o pozzolana o materiale fine, esente da detriti, materiale organico, pietre o qualsiasi altro elemento estraneo e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- almeno il 95% in peso, del materiale indicato, dovrà avere dimensioni inferiori a 6 mm;
- almeno il 70% dovrà avere dimensioni inferiori a 2 mm;
- non più del 5% dovrà avere dimensioni inferiori a 0,074 mm;

Detto materiale dovrà essere compattato a mano con cura ordinaria mediante l'impiego di pala. Lo strato, formato tutt'intorno alla tubazione, dovrà avere uno spessore minimo non inferiore a 10 cm;

Considerato quanto più avanti esposto alla voce "Posa in opera delle tubazioni", le ulteriori operazioni di ricoprimento-ripristini saranno eseguite attenendosi alle regole tradizionali.

### MONTAGGIO TUBAZIONI IN POLIETILENE

Prima dell'allineamento per la saldatura, i tubi di polietilene devono essere puliti onde rimuovere qualsiasi materiale estraneo che possa disturbare l'esercizio della rete gas.

Per i tubi da saldare di testa, le superfici dei tubi devono essere pulite al fine di eliminare impurità che potrebbero influenzare negativamente le operazioni di saldatura.

Le superfici da collegare con manicotto elettrosaldabile devono essere lavorate in prossimità della zona di saldatura per mezzo di apposito attrezzo raschiatore meccanico onde asportare eventuali ossidazioni sul tubo. Per tale operazione è vietato l'impiego di carta vetrata o tela smeriglio.

L'interno del manicotto elettrosaldabile e le superfici dei tubi da collegare dovranno essere accuratamente pulite con liquido detergente.

Eventuali ovalizzazioni devono essere eliminate mediante l'utilizzo di apposito attrezzo deovalizzatore.

Per i tubi di polietilene in rotoli, soggetti quindi a curvatura residua, dovranno essere utilizzati, a basse temperature, appositi attrezzi raddrizzatori delle estremità dei tubi, onde facilitare l'operazione di giunzione.

I tubi da impiegare in funzione della pressione di esercizio del gas distribuito devono presentare i seguenti spessori:

- a) **per le tubazioni esercite in bassa pressione (B.P. - pressione inferiore o uguale a 0,04 bar - ossia di 7<sup>a</sup> specie) e per quelle in media pressione "A" (M.P.A - pressione superiore a 0,04 bar e inferiore o uguale a 0,5 bar - ossia di 6<sup>a</sup> specie)**
- fino al De 90 compreso, in rotoli: spessore serie S5
  - fino al De 63 compreso, in barre : spessore serie S5
  - per De > 63 in barre: spessore S8
- b) **per tubazioni esercite in media pressione "B" (M.P.B - pressione superiore a 0,5 bar e inferiore o uguale a 5 bar - ossia di 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> specie)**
- fino al De 90 compreso, in barre ed in rotoli: spessore serie S5
  - per De > 90 in barre: spessore serie S5

Non è ammesso l'impiego di tubi in polietilene per i quali siano trascorsi più di due anni dalla data di fabbricazione, stampigliata sui tubi stessi.

L'impiego dei raccordi dovrà avvenire entro sei anni dalla data di fabbricazione, a condizione che i raccordi stessi siano protetti contro l'effetto dei raggi UV e comunque conservati singolarmente in confezione originale opaca sigillata. In carenza di quanto precede, l'impiego dei raccordi dovrà effettuarsi entro e non oltre i quattro anni dalla data di fabbricazione.

I tubi sottoposti a saldatura dovranno essere appoggiati su appositi rulli di scorrimento, al fine di risultare perfettamente coassiali e con le testate parallele e combacianti tra loro.

I tagli andranno eseguiti servendosi di appositi tagliatubi a rotelle.

Il collegamento dei tubi sarà realizzato operando la saldatura di testa o mediante l'interposizione di manicotti elettrosaldabili.

Potranno eseguire giunzioni saldate esclusivamente i saldatori qualificati da Enti all'uopo preposti. Particolarmente per le saldature in di polietilene, la qualifica dovrà essere conforme alla norma UNI 9737.

Le giunzioni con manicotti elettrosaldabili vanno eseguite su diametri inferiori al De 90. Per diametri uguali o superiori al De 90, le giunzioni saranno di norma realizzate mediante saldatura di testa.

Durante le operazioni di saldatura e per tutto il tempo di raffreddamento della stessa, la zona interessata dovrà essere protetta dagli agenti atmosferici (pioggia, neve, vento, ecc.) e dai raggi solari; nessuna saldatura potrà essere effettuata su tubazioni umide.

Non si potrà iniziare l'operazione di saldatura quando la temperatura misurata sulle tubazioni risulterà inferiore a 0°C o superiore a 40 °C.

Il raffreddamento delle saldature dovrà essere graduale; i morsetti posizionatori o le ganasce di accoppiamento devono essere mantenute in posizione fino all'avvenuto raffreddamento, al fine di evitare eventuali tensioni meccaniche sulle saldature.

Per le saldature di testa, la sezione dei cordoni dovrà essere uniforme, la loro superficie regolare, con larghezza costante, senza porosità e difetti apparenti.

## POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI

Una volta effettuate le verifiche qualitative dei lavori precedentemente descritti, sarà possibile procedere alla posa delle tubazioni (testé formate) nello scavo destinato ad accoglierle. Questa operazione, chiaramente subordinata alla corretta predisposizione dello scavo secondo le modalità già evidenziate in questo testo, dovrà essere eseguita con l'ausilio di idonei mezzi d'opera, onde evitare deformazioni plastiche alle tubazioni e danni alla loro superficie.

Oltre ad usare tutte le cautele del caso, si dovrà avere cura al fine di escludere l'introduzione nella tubazione e nello scavo di materiali estranei (terra, ciotoli, ecc.).

L'Impresa esecutrice dei lavori dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari acciocché le tubazioni e gli accessori appoggino con continuità ed uniformemente alla base della trincea, curando particolarmente le modalità di reinterro in corrispondenza delle giunzioni.

Specificamente per le tubazioni di polietilene in rotolo, dovranno essere disposti sul fondo della trincea, ad intervalli di circa 8-10 m, appositi appoggi a rullo, al fine di assicurare lo scorrimento del tubo senza danneggiamenti.

Le tubazioni dovranno essere posizionate alla profondità normale già evidenziata (cfr. la voce "Scavi"). Qualora risultasse impossibile rispettare la profondità di posa minima (ad esempio per sovrappasso di un ostacolo) è d'obbligo proteggere la tubazione con un tubo-guaina di acciaio (eventualmente inglobato in trave di cemento armato), oppure con piastra in cemento armato.

In vicinanza di altri servizi del sottosuolo si inseriranno idonei setti separatori o guaine.

Prima del completamento del reinterro, lungo tutto il percorso della tubazione, dovrà essere stesa una apposita rete, di colore convenzionale, recante in continuità la scritta: **"ATTENZIONE TUBO GAS"**, ciò al fine di segnalare la presenza della tubazione sottostante.

Detta rete dovrà essere correttamente disposta ad una distanza di:

- 30 cm dalla generatrice superiore della tubazione quando lo strato di copertura è pari a 90 cm;
- 30 cm dalla generatrice superiore della tubazione quando lo strato di copertura è pari a 60 cm.

Nel caso le dimensioni dello strato di copertura dovessero risultare minori rispetto a quelle sopra indicate, la rete di segnalazione dovrà essere posizionata ad una distanza dalla generatrice superiore della tubazione tale da consentire la tempestiva interruzione di eventuali, futuri, lavori di scavo prima che la tubazione venga danneggiata.

## MONTAGGIO DI ACCESSORI E COSTRUZIONE DI PEZZI SPECIALI

Il montaggio degli accessori (valvole, sifoni, ecc.) dovrà essere eseguito con particolare cura; in modo speciale occorrerà garantirsi della perfetta coassialità e del giusto accoppiamento delle superfici di contatto. In particolare per le valvole, dovranno essere accuratamente evitate sollecitazioni termiche o meccaniche che possano danneggiare i materiali compromettendone l'efficacia funzionale.

Per l'unione di elementi di intercettazione e tubazioni di acciaio con il polietilene, saranno utilizzati gli appositi raccordi metallo-polietilene.

Sugli elementi di acciaio e su tutti i punti di giunzione tra polietilene e acciaio, dovrà essere applicato un ciclo di rivestimento a freddo.

Le giunzioni tra elementi di polietilene di spessore diverso (tubo S8 con raccordi S5) devono essere realizzate esclusivamente con manicotti elettrosaldabili.

## PROVE DI TENUTA

Le prove di tenuta delle condotte dovranno soddisfare le norme legislative dettate dal D.M. del 24 novembre 1984 - Ministero dell'Interno.

Le tubazioni classificate in **bassa pressione (7<sup>a</sup> specie)** e le tubazioni classificate in **media pressione "A" (6<sup>a</sup> specie)**, dovranno essere sottoposte a prova di tenuta impiegando, quale fluido, aria alla pressione di 1 bar per un tempo minimo di prova pari a 24 ore.

Le tubazioni classificate in **media pressione "B" (4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> specie)**, dovranno essere sottoposte a prova di tenuta impiegando aria alla pressione di 7,5 bar per un tempo minimo di 24 ore.

### 3.32 COIBENTAZIONE TUBAZIONI ACQUA CALDA

#### MATERIALE

Tutte le tubazioni convoglianti acqua calda, dovranno essere coibentate con isolante tubolare (o lastre, a seconda dei diametri) in caucciù vinilico sintetico a cellule chiuse avente conducibilità termica a 0°C non maggiore di 0,04 W/m°C e reazione al fuoco di classe 1.

L' A.L. dovrà fornire alla D.L., per il materiale isolante prescelto, i certificati di prova attestanti le caratteristiche fisicotecniche dei materiali stessi.

#### SPESSORI

Gli spessori previsti dovranno risultare conformi a quanto prescritto nel DPR 412/93 all. B.

Il locale centrale termica e le sottocentrali, saranno considerati, ai fini della determinazione dello spessore del materiale coibente come "AMBIENTE ESTERNO".

Pertanto gli spessori da utilizzare in funzione del diametro interno sono i seguenti:

Øe tub	<20	21÷39	40÷59	60÷79	80÷99	>100
Spess. mm	20	30	40	50	55	60

#### POSA

L'isolante utilizzato in un solo strato dovrà essere installato curando che tutti i giunti siano strettamente uniti e dovrà essere legato con filo di ferro galvanizzato prima di eseguire il rivestimento esterno di finitura.

#### FINITURE ESTERNE DELLA COIBENTAZIONE

Le tubazioni passanti in vista all'esterno del fabbricato dovranno essere rifinite con lamierino di alluminio bordato e calandrato fissati con viti autofilettanti in acciaio inossidabile a tenuta d'acqua con giunti siliconati e sigillati.

Per le tubazioni all'interno di cavedi, controsoffitti e dei pavimenti galleggianti non è prevista alcuna finitura superficiale.

### COLORI DISTINTIVI

Alle tubazioni dovranno essere applicate fascette che ne consentano l'individuazione.

Tali fascette dovranno essere in colori distintivi differenti e dovranno essere posizionate in maniera ordinata in più punti sopra il rivestimento.

### **3.33 COIBENTAZIONE TUBAZIONI CIRCUITO SOLARE**

#### MATERIALE

Tutte le tubazioni convoglianti acqua calda del circuito solare, dovranno essere coibentate con cospelle in fibra di vetro, trattata con resine termoindurenti aventi conducibilità termica a 40°C non maggiore di 0,04 W/m°C.

L' A.L. dovrà fornire alla D.L., per il materiale isolante prescelto, i certificati di prova attestanti le caratteristiche fisicotecniche dei materiali stessi.

#### SPESSORI

Gli spessori previsti dovranno risultare conformi a quanto prescritto nel DPR 412/93 all. B.

Il locale centrale termica e le sottocentrali, saranno considerati, ai fini della determinazione dello spessore del materiale coibente come "AMBIENTE ESTERNO".

Pertanto gli spessori da utilizzare in funzione del diametro interno sono i seguenti:

Ø <sub>e</sub> tub	<20	21÷39	40÷59	60÷79	80÷99	>100
Spess. mm	20	30	40	50	55	60

#### POSA

L'isolante utilizzato in un solo strato dovrà essere installato curando che tutti i giunti siano strettamente uniti e dovrà essere legato con filo di ferro galvanizzato prima di eseguire il rivestimento esterno di finitura.

#### FINITURE ESTERNE DELLA COIBENTAZIONE

Le tubazioni passanti in vista all'esterno del fabbricato dovranno essere rifinite con lamierino di alluminio bordato e calandrato fissati con viti autofilettanti in acciaio inossidabile a tenuta d'acqua con giunti siliconati e sigillati.

## COLORI DISTINTIVI

Alle tubazioni dovranno essere applicate fascette che ne consentano l'individuazione.

Tali fascette dovranno essere in colori distintivi differenti e dovranno essere posizionate in maniera ordinata in più punti sopra il rivestimento.

### **3.34 COIBENTAZIONE TUBAZIONI ACQUA REFRIGERATA E ACQUA POTABILE**

## MATERIALE

Tutte le tubazioni convoglianti acqua refrigerata e acqua potabile fredda, nonché tutto il valvolame, dovranno essere coibentate con isolante tubolare in caucciù vinilico sintetico a cellule chiuse avente conducibilità termica a 0°C non maggiore di 0,04 W/m°C e reazione al fuoco di classe 1.

Per i diametri superiori a Ø 159/168 dovranno essere utilizzate lastre isolanti in luogo dei tubolari.

La A.L. dovrà fornire alla D.L., per il materiale isolante prescelto, i certificati di prova attestanti le caratteristiche fisicotecniche dei materiali stessi.

Qualora le tubazioni convogliano acqua calda o refrigerata a seconda della stagione lo spessore da utilizzare corrisponderà a quello maggiore tra il valore previsto per le tubazioni fredde e quello definito dalla legge 10/91.

## SPESSORI

Sono previsti i seguenti spessori:

- tubazioni acqua refrigerata:  
gli spessori previsti sono i seguenti:
  - fino a Ø 1 ¼" s = 19 mm
  - oltre Ø 1 ¼" s = 32 mm
  
- tubazioni acqua fredda potabile:  
gli spessori previsti sono i seguenti:
  - fino a Ø 2" s = 9 mm
  - oltre Ø 2" s = 13 mm

## POSA

L'isolante tubolare dovrà essere posto in opera, ove è possibile, infilandolo sulle tubazioni dall'estremità libera e facendolo quindi scorrere sul tubo stesso. La giunzione tra i vari tubolari dovrà essere effettuata con l'uso dell'apposito adesivo fornito dalla Casa Costruttrice dell'isolante.

Nei casi in cui la posa in opera sopradescritta non sia possibile e comunque nel caso dell'isolante in lastre, si dovranno tagliare i tratti tubolari di isolante longitudinalmente, applicarli sulle tubazioni e saldare i due bordi con l'adesivo.

A giunzioni effettuate (sia trasversali che longitudinali) sulle stesse dovrà essere applicato l'apposito nastro adesivo.

Dovrà essere curata con rigore l'assoluta continuità della coibentazione termica sugli appoggi, negli attraversamenti di solai e di pareti, al fine di evitare la condensazione del vapore acqueo atmosferico sulle tubazioni stesse.

Il valvolame sulle tubazioni acqua refrigerata dovrà essere coibentato con scatole realizzate in lamierino di alluminio, smontabili, rivestite internamente con isolante in caucciù vinilico sintetico, spessore 32 mm.

L'isolamento in corrispondenza delle flange dovrà consentire la rimozione dei bulloni senza danneggiare il rivestimento e l'isolamento delle valvole dove previsto dovrà essere eseguito fino al premistoppa.

I marchi e le targhette di identificazione dovranno restare visibili anche dopo l'applicazione dell'isolamento.

Le aperture che a questo proposito saranno lasciate nell'isolamento dovranno essere accuratamente sigillate e rifinite con il rivestimento.

#### FINITURE ESTERNE DELLA COIBENTAZIONE

Le tubazioni passanti in vista all'esterno del fabbricato dovranno essere rifinite con lamierino di alluminio bordato e calandrato fissati con viti autofilettanti in acciaio inossidabile a tenuta d'acqua con giunti siliconati e sigillati.

Per le tubazioni all'interno di cavedi, controsoffitti e dei pavimenti galleggianti non è prevista alcuna finitura superficiale.

#### COLORI DISTINTIVI

Alle tubazioni dovranno essere applicate fascette che ne consentano la individuazione.

Tali fascette dovranno essere in colori distintivi differenti e dovranno essere posizionate in maniera ordinata in più punti sopra il rivestimento.

### **3.35 CONDOTTE ARIA**

#### CLASSE DI TENUTA

La classe di tenuta minima delle condotte d'aria deve rispondere alle richieste di capitolato e comunque, come minimo, ai requisiti previsti dalla norma UNI EN 13779:2005. In particolare:

- Classe A: le fughe d'aria delle UTA e nei locali tecnici con ventilatori devono essere almeno di classe A. La classe A è applicata anche alle canalizzazioni a vista negli ambienti in cui gli stessi canali garantiscono la ventilazione, e dove la differenza di pressione relativa all'aria interna (Indoor Air) è inferiore ai 150 Pa.
- Classe B: viene applicata a canali presenti in locali sprovvisti di ventilazione, a canali separati dall'ambiente con pannelli (es. canali in controsoffitto), o a canali posti in ambienti in cui viene fornita una ventilazione con una prevalenza superiore a 150 Pa.
- Classe C: è applicata caso per caso. Per esempio, se la differenza di pressione all'interno dei canali è eccezionalmente alta, o se qualsiasi perdita può risultare pericolosa per la qualità dell'aria interna, o per il controllo delle condizioni di pressione, o le funzionalità del sistema.
- Classe D: è applicata in situazioni particolari.

Le condotte a sezione rettangolare dovranno essere realizzate secondo le indicazioni progettuali in:

- lamiera zincata;
- pannelli sandwich costituiti da un componente isolante in poliuretano espanso rigido rivestito su entrambi i lati con lamine di alluminio.

#### CARATTERISTICHE CONDOTTE RETTANGOLARI IN PANNELLI SANDWICH

I canali di termoventilazione e condizionamento in alluminio preisolati saranno realizzati con pannelli sandwich eco-compatibili con le seguenti caratteristiche:

- spessore pannello: 20,5 mm per canali interni e 30,5 mm per canali esterni;
- alluminio esterno: spessore 0,08 mm per canali interni e 0,2 mm per canali esterni, goffrato protetto con lacca poliesteri;
- alluminio interno: spessore 0,08 mm liscio protetto con lacca poliesteri;
- conduttività termica iniziale: 0,022 W/(m °C) a 10 °C;
- componente isolante: poliuretano espanso mediante il solo impiego di acqua senza uso di gas serra (CFC, HCFC, HFC) e idrocarburi (HC);
- densità isolante: 50-54 kg/m<sup>3</sup>;
- espandente dell'isolante: ODP (ozone depletion potential) = 0 e GWP (global warming potential) = 0;
- eco-sostenibilità: studio LCA (Life Cycle Assessment);
- % celle chiuse: > 95% secondo ISO 4590;
- classe di rigidità: R 200.000 secondo UNI EN 13403;
- reazione al fuoco: classe 0-1 secondo D.M. 26/06/84;
- tossicità ed opacità dei fumi di combustione: classe F1 secondo NF F 16-101;
- tossicità dei fumi di combustione: FED e FEC < 0,3 secondo prEN 50399-2-1/1.

I canali dovranno rispondere alle caratteristiche di comportamento al fuoco previste dal D.M. 31-03-03 e dalla norma ISO 9705 (Room corner test). I canali saranno costruiti in base agli standard P3ductal e in conformità alla norma UNI EN 13403.

Ove necessario, i canali saranno dotati di appositi rinforzi in grado di garantire, durante l'esercizio, la resistenza meccanica. Il calcolo dei suddetti rinforzi dovrà essere effettuato utilizzando le tabelle del produttore. La deformazione massima dei lati del condotto non dovrà superare il 3% o comunque 30 mm come previsto dalla UNI EN 13403.

Le giunzioni tra i singoli tronchi di canale saranno realizzate per mezzo di apposite flange del tipo "invisibile" con baionetta a scomparsa e garantiranno una idonea tenuta pneumatica e meccanica secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 13403. La lunghezza massima di ogni singolo tronco di canale sarà di 4 metri.

Tutte le curve ad angolo retto dovranno essere provviste di apposite alette direttrici; le curve di grandi dimensioni a raccordo circolare saranno dotate di deflettori come previsto dalla UNI EN 1505.

I canali saranno sostenuti da appositi supporti con intervalli di non più di 4 metri se il lato maggiore del condotto è inferiore ad 1 metro, e ad intervalli di non più di 2 metri se il lato maggiore del condotto è superiore ad 1 metro. Gli accessori quali: serrande di taratura, serrande tagliafuoco, diffusori, batterie a canale, ecc., saranno sostenuti in modo autonomo in modo che il loro peso non gravi sui canali.

#### CARATTERISTICHE CONDOTTE RETTANGOLARI IN LAMIERA ZINCATA

I canali in lamiera zincata devono essere realizzati con i seguenti spessori minimi:

- 0,6 mm per i canali aventi il lato maggiore fino a 300 mm;
- 0,8 mm per i canali aventi il lato maggiore compreso tra 301 e 750 mm;
- 1,0 mm per i canali aventi il lato maggiore compreso tra 751 e 1.200 mm;
- 1,2 mm per i canali aventi il lato maggiore compreso tra 1.251 e 2.000 mm;
- 1,5 mm per i canali aventi il lato maggiore superiore a 2.000 mm.

La giunzione longitudinale delle lamiere per formare i vari tronchi di canale dovrà essere di tipo aggraffato.

Per aumentare la resistenza meccanica dei piani della condotte, dovranno essere previsti dei rinforzi ottenuti mediante nervatura delle lamiere, sia di tipo trasversale a "Z" oppure diagonale a "croce di S. Andrea".

Non sono ammessi normalmente dei rinforzi interni.

Le giunzioni tra i vari tronchi rettilinei di canale, o tra canali ed i pezzi speciali dovrà essere del tipo a flangia, con flangia in profilato zincato riportato.

#### CARATTERISTICHE CONDOTTE CIRCOLARI

Le condotte a sezione circolare dovranno essere realizzate in lamiera zincata, con i seguenti spessori:

- 0,4 mm per i canali aventi diametro fino a 80 mm;
- 0,6 mm per i canali aventi diametro compreso tra 100 e 250 mm;
- 0,8 mm per i canali aventi diametro compreso tra 315 e 500 mm;
- 1,0 mm per i canali aventi diametro compreso tra 560 e 900 mm;
- 1,2 mm per i canali aventi diametro superiore a 1.000 mm;

La tipologia costruttiva prevista è di tipo spiroidale, cioè con profilatura continua del nastro il lamiera e aggraffatura spiroidale.

Le giunzioni tra i vari tronchi rettilinei di canale, o tra canali e le curve ed i pezzi speciali, dovrà essere del tipo ad innesto (con manicotti di giunzione) per diametri fino a 800 mm, del tipo a flangia per diametri superiori.

### POSA

Tutte le giunzioni dovranno essere provviste di una guarnizione di tenuta inserita tra le flange.

Tutti i canali dovranno essere staffati al soffitto o alle pareti con i profilati metallici, opportunamente irrigiditi in modo da evitare alcuna flessione o vibrazione delle lamiere.

Per i canali installati in vista dovrà essere posta particolare cura nella realizzazione degli staffaggi e delle giunzioni in modo da assicurare un effetto estetico apprezzabile.

I pezzi speciali (curve, raccordi, disgiunzioni, restringimenti, ecc.) relativi ai canali di distribuzione dell'aria dovranno essere realizzati secondo i migliori accorgimenti costruttivi in grado di garantire un corretto flusso dell'aria con ridotte perdite di carico.

Non saranno in alcun caso accettati stacchi a 90° né curve ad angolo retto e derivazioni brusche.

Qualora problemi di spazio impediscano di realizzare i pezzi speciali così come indicato a progetto, si dovrà fare uso di alette deflettrici a profilo alare e/o serrandine multiple captatrici.

### PUNTI DI CONTROLLO DEI CANALI

I canali dovranno essere dotati degli appositi punti di controllo per le sonde anemometriche e di portelli per l'ispezione e la pulizia distribuiti lungo il percorso come previsto dalla EN 12097 e dalle "Linee guida pubblicate in G.U. del 3/11/2006 relative alla manutenzione degli impianti aeraulici". I portelli potranno essere realizzati utilizzando lo stesso materiale che forma il canale, in combinazione con appositi profili. I portelli dovranno essere dotati di guarnizione che assicuri la tenuta pneumatica richiesta.

### COLLEGAMENTI ALLE UNITA' DI TRATTAMENTO ARIA

I collegamenti tra le unità di trattamento aria ed i canali dovranno essere realizzati mediante appositi giunti antivibranti, allo scopo di isolarli dalle vibrazioni. I canali saranno supportati autonomamente per evitare che il peso del canale stesso venga trasferito sugli attacchi flessibili. Inoltre il collegamento con l'unità di trattamento aria renderà possibile la disgiunzione per la manutenzione dell'impianto. Qualora i giunti antivibranti siano posti all'esterno, questi saranno impenetrabili all'acqua.

### **3.36 COIBENTAZIONE TERMICA ED ACUSTICA PER CONDOTTE ARIA**

Le condotte d'aria in lamiera zincata dovranno essere coibentate termicamente ed antistillicidio mediante lastre in materiale espanso a cellule chiuse incollate all'esterno delle condotte.

La giunzione longitudinale e trasversale tra le varie lastre dovrà essere effettuata con l'uso dell'apposito nastro adesivo fornito dalla Casa Costruttrice dell'isolante.

Dovrà essere curata con rigore l'assoluta continuità della coibentazione in corrispondenza di flange di giunzione, appoggi, attraversamenti di solai e di pareti, al fine di evitare fenomeni di condensazione superficiale.

In particolare si prevede la coibentazione dei seguenti tratti :

- condotte di mandata
- condotte di ripresa nei tratti passanti al piano interrato

Tutte le condotte in vista (siano esse in lamiera che in pannello sandwich) dovranno essere rifinite con lamierino d'alluminio, fissato con viti autofilettanti in acciaio inossidabile; inoltre per i canali esposti alle intemperie la finitura dovrà essere a tenuta d'acqua, con giunti siliconati e sigillati

Il materiale utilizzato dovrà avere le seguenti caratteristiche minime, certificate:

- Reazione al fuoco di classe 1.
- $K = \leq 0,04 \text{ W/m } ^\circ\text{K}$  a  $20 \text{ } ^\circ\text{C}$
- $S = 19 \text{ mm}$ .

In corrispondenza del tratto terminale le condotte di espulsione dovranno essere coibentate acusticamente all'interno mediante idoneo materassino fonoassorbente ignifugo omologato in classe 1 incollato e trapuntato.

### 3.37 COIBENTAZIONE ACUSTICA INTERNA PER CONDOTTE ARIA

Rivestimento interno eseguito con materassino fonoassorbente, realizzato in fibra di poliestere termolegata, ignifuga, “Classe 1” con superficie piana, spessore 30 mm, incollato mediante collante a dispersione acquosa.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE

<b>Grandezza</b>	<b>U.M.</b>	
Densità	Kg/m <sup>3</sup>	40
Temperatura di esercizio	°C'	-50/+120
Conducibilità specifica	W/mK	0,0341
Classe di reazione al fuoco	-	B s1 d0
Classe di fumosità	-	F1
Assorb acustico (sp 40 mm) NRC	-	0,67
Assorb acustico (sp 40 mm) a <sub>w</sub>	-	0,65

### 3.38 COIBENTAZIONE ACUSTICA ESTERNA PER CONDOTTE ARIA

Rivestimento esterno eseguito con materassino fonoisolante costituito da due strati di resina di poliuretano con interposta guaina elastomerica caricata ad alta densità, “Classe 1”, con superficie piana, spessore 20 mm, incollato mediante collante a dispersione acquosa.

CARATTERISTICHE TECNICHE RESINA

<b>Grandezza</b>	<b>U.M.</b>	
Densità	Kg/m <sup>3</sup>	105
Temperatura di esercizio	°C'	-40/+100
Conducibilità specifica	W/mK	0,07
Classe di reazione al fuoco	-	1
Classe di fumosità	-	F1

CARATTERISTICHE BARRIERA ACUSTICA

<b>Grandezza</b>	<b>U.M.</b>	
Peso	Kg/m <sup>2</sup>	4
Temperatura di esercizio	°C'	-30/+110
Conducibilità specifica	W/mK	0,021
Classe di reazione al fuoco	-	1
Classe di fumosità	-	F1
Caratteristiche acustiche - R	dB	27,5
Caratteristiche acustiche - STC	dB	27

CARATTERISTICHE ACUSTICHE COMPLESSIVE

<b>Grandezza</b>	<b>U.M.</b>	
Spessore	mm	20
Isolamento acustico - R <sub>w</sub>	dB	27,5

**3.39 SCHIUMA ISOLANTE PER SIGILLATURE TERMOACUSTICHE**

Schiuma isolante autoestinguente per sigillature, in bombole da 500 ml, con ottima capacità adesiva ed elevato isolamento termoacustico.

CARATTERISTICHE TECNICHE

<b>Grandezza</b>	<b>U.M.</b>	
Tipologia	-	In bombola
Contenuto bombola	ml	500
Resa (massima espansione)	l	44
Resistenza a trazione	N/cm <sup>2</sup>	Circa 5
Resistenza al taglio	N/cm <sup>2</sup>	Circa 5
Isolamento termico	W/mK	0,0362
Isolamento acustico	dB	61
Temperatura di utilizzo	°C'	0/+30
Temperatura di esercizio	°C'	-20/+80
Classe di reazione al fuoco	-	B2

### 3.40 GRUPPO DI CONTABILIZZAZIONE ENERGIA TERMICA

Gruppo di contabilizzazione di energia termica costituito da misuratore statico ad ultrasuoni completo di sonde di temperatura e di display per visualizzazione di misure, dati di funzionamento ed anomalie completo di batteria a lunga durata (6 anni)

Tutti i dati principali sono memorizzati in una E-Eprom e sono visualizzabili a display. In caso di errore, il tipo di errore e la data in cui è avvenuto sono memorizzati.

- Classe metrologica EN 1434 classe 2
- Pressione nominale PN 25 (1)
- Campo di lavoro in mandata 3...180 °C
- Campo di lavoro in ritorno 5...130 °C
- Differenziale di temperatura 5...130 K
- Termosonde PT500
- Montaggio orizzontale o verticale

### 3.41 SISTEMA DI REGOLAZIONE AUTOMATICA

La regolazione automatica dovrà essere del tipo elettronico di primaria casa.

Le schede tecniche che seguono riportano le principali caratteristiche dei componenti.

#### CONTROLLORE DI PROCESSO

Controllore di processo modulare liberamente configurabile per controllo di fino a 200 punti, installazione su barra DIN, completo di alimentatore, sottomoduli I/O, terminale operatore LCD installazione fronte quadro

#### VALVOLA SERVOCOMANDATA A DUE/TRE VIE

Le valvole di regolazione a due o tre vie, dovranno essere del tipo a sede ed otturatore, corsa 20 o 40 mm, con corpo in bronzo o ghisa, sede, otturatore e stelo in acciaio inox, attacchi filettati o flangiati, idonee per acqua calda e refrigerata (-15 ÷ +120) °C nonché acqua gli colata.

#### SERVOCOMANDO PER VALVOLE

I servocomandi per valvole dovranno essere di tipo elettroidraulico con corsa lineare, segnale di comando 0÷10 V cc, alimentazione 24 V ca (comando a tre punti e alimentazione 220 V se collegati ad un regolatore climatico), idonei per acqua calda e refrigerata (-15 ÷ +120 °C), completi di dispositivo di emergenza per chiusura in assenza di tensione.

#### VALVOLA A FARFALLA PN16 A TENUTA

Valvole a farfalla, con membrana di tenuta EPDM contro le bolle d'aria, corpo in ghisa, adatta per il montaggio tra due flange ISO 7005, stelo e lente in acciaio. Angolo di rotazione 90°. Sono adatte per acqua calda e refrigerata (-10 ÷ +120 °C) acqua fredda massimo 50% glicole, aria; in circuiti aperti e chiusi.

### SERVOCOMANDO PER VALVOLE farfalla

Servocomandi a tre punti con motore sincrono reversibile, angolo di rotazione 90° alimentazione 230V. Completi di contatti di fine corsa in apertura ed in chiusura, leva per funzionamento in manuale e indicatore di posizionamento. Custodia in alluminio pressofuso e coperchio in plastica. Coppia nominale: 100-1200 Nm

### TERMOSONDA AD IMMERSIONE

Sonda a gambo rigido, testa in materiale sintetico con coperchio a scatto, morsetti sotto coperchio. Elemento sensibile costituito da una resistenza in nichel, guaine di protezione in ottone nichelato PN 10 con innesto a scatto.

Caratteristiche tecniche:

- campo di regolazione °C -30 ÷ +130
- temperatura ambiente di funzionamento °C -15 ÷ + 50

### SONDA CLIMATICA ESTERNA

Sonda climatica, in materiale sintetico costituita da uno zoccolo con i morsetti di collegamento l'elemento sensibile del tipo NTC, e coperchio di protezione di colore bianco.

Caratteristiche tecniche

- campo di misura °C -35 ÷ +25
- elemento sensibile NTC 575Ω a 20°C
- protezione IP 43
- temperatura ambiente di funzionamento °C -40 ÷ +60

### TERMOSONDA DA CANALE

Sonda con elemento sensibile flessibile con funzione di media, testa in materiale sintetico con coperchio a scatto, morsetti sotto coperchio. Elemento sensibile costituito da una resistenza in nichel, completo di flangia di fissaggio.

Caratteristiche tecniche:

- campo di misura °C -30 ÷ +80
- elemento sensibile LS-Ni 1000
- protezione IP 42

### SONDA COMBINATA TEMPERATURA - UMIDITÀ RELATIVA DA CANALE

Sonda attiva, con gambo rigido, testa in materiale sintetico con coperchio a scatto, morsetti e circuito elettronico sotto coperchio, completa di flangia di fissaggio. Sensore di temperatura costituito da una resistenza Pt 1000, sensore di umidità relativa di tipo capacitivo.

Caratteristiche tecniche:

- Alimentazione 24 V AC
- Grado di protezione IP 42
- Campo d'impiego UR 10÷90% ur
- Precisione UR
  - 40÷60% ± 3% ur
  - 20÷.90% ±5 % ur
- Campo d'impiego T 0÷50 / -35÷35 °C
- Precisione T ± 0,7 K
- Segnale di uscita 2 x 0÷10 V DC
- Collegamento 4(5) fili

### PRESSOSTATO DIFFERENZIALE

Pressostato differenziale fornito completo di tubi in PVC lunghezza di 2 m, utilizzato per monitoraggio dei filtri o della portata, caratteristiche tecniche:

- Portata dei contatti 250 V AC
- Grado di protezione IP 54
- Pressione di funzionamento max. 50 mbar
- Coperchio ABS + policarbonato
- Custodia fibra di vetro rinforzato
- Montaggio Orientamento verticale  
connessione verso il basso

### REGOLATORE ANTIGELO

Regolatore per la protezione delle batterie di riscaldamento, costituito da custodia in materiale sintetico, con coperchio asportabile e da sonda di misura a capillare attiva su tutta la lunghezza.

Nella custodia sono alloggiati il circuito elettronico, la membrana con il cinematismo, l'elemento di riscaldamento, i dispositivi di regolazione, e la morsettiera; la morsettiera e i dispositivi di regolazione sono accessibili togliendo il coperchio.

Caratteristiche tecniche

- setpoint protezione antigelo
- ingresso 0...10 V DC da regolatore esterno
- controllo batteria di riscaldamento (0÷10 DC)
- controllo ventilatore On/Off
- commutatore di reset per auto/manuale/test
- led di funzionamento

### SERVOCOMANDO PER SERRANDE

Servocomando per serrande, con custodia in con movimento rotativo (corsa 90°) funzionamento ON-OFF o modulante, con ritorno a molla, con coppia torcente adeguata alle dimensioni della serranda, alimentazione 24 V ca.

Custodia interamente metallica realizzata in pressofusione di alluminio, riduttore silenzioso, esente manutenzione, protetto contro il bloccaggio e il sovraccarico anche in caso di funzionamento prolungato.

La limitazione meccanica dell'angolo di rotazione regolabile e adattatore per accoppiamento all'albero delle serrande autocentrante

### INTERRUTTORE STATICO PER COMANDO BATTERIA ELETTRICA

Variatore statico di potenza a triac per l'inserzione progressiva di carichi di potenza elettrica da 0÷10KW costituito da una base sintetica contenente il circuito elettronico con morsettiera di collegamento e corpo di raffreddamento alettato in alluminio, con innesti per il montaggio su guide DIN

Completo di convertitore del segnale in uscita dal regolatore da 0÷10 V DC a 24 V AC PWM per comando

Caratteristiche tecniche

- Segnale di ingresso 24 V AC PWM
- Tensione di carico 100÷440 V AC
- Corrente minima 1.5 A

- Corrente massima 25A a 40 °C
- Carico a 230 V 5.7 kW
- Carico a 400 V 10 kW

### SONDA DI PRESSIONE

Sonda compatta per la misura della pressione statica e dinamica negli impianti idraulici e pneumatici che utilizzano liquidi, gas o vapore. Elemento di misura piezo-resistivo, diaframma ceramico, stabilità alle alte temperature, alta resistenza meccanica. Montaggio con raccordo filettato maschio esterno Ø 1/2"

Caratteristiche tecniche:

- temperatura fluido °C -40 ÷ +80
- campo di regolazione kPa 0 ÷ 1000
- alimentazione 24 V AC
- grado di protezione IP65
- Segnale di uscita 0÷10 V DC
- Collegamento 3 fili

### REGOLAZIONE AMBIENTE PER VENTILCONVETTORI

Unità ambiente per la misura della temperatura ambiente ed il controllo di singoli ambienti, alimentazione PPS2 da regolatore

Regolatore digitale comunicante per ventilconvettori a due o quattro tubi, con comportamento PID, (4 DI, 2AI, 3AO, 5DO) per comando valvole e controllo motore ventilatore ECM, interfaccia PPS2 per unità ambiente, alimentazione 230V, comunicazione bus

Valvola di regolazione a due/tre vie per terminale, del tipo a sede ed otturatore, corsa 5,5 mm, con corpo in bronzo, sede, otturatore e stelo in acciaio inox, attacchi filettati, completa di servocomando elettrotermico modulante alimentazione 24 V ca.

### SONDA COMBINATA TEMPERATURA - UMIDITÀ AMBIENTE

Sonda attiva, adatta all'installazione su pareti o su scatole di derivazione elettrica (normalmente in commercio). Il passaggio dei cavi è sul fondo o sulla parte superiore/inferiore della basetta attraverso aperture sfondabili.

Tutti i morsetti sono protetti da falsi contatti.

L'unità ambiente consiste di due parti: custodia e basetta ad innesto con scatto ma facilmente estraibili. La custodia contiene i sensori di temperatura, di umidità ed i circuiti elettronici; la basetta i morsetti di connessione.

Sensore di temperatura costituito da una resistenza Nichel LS-Ni 1000, sensore di umidità relativa di tipo capacitivo.

Caratteristiche tecniche:

- Alimentazione 24 V AC
- Grado di protezione IP 30
- Campo d'impiego UR 10÷90% ur
- Precisione UR
  - 40÷60% ± 3% ur
  - 20÷.90% ±5 % ur

- Campo d'impiego T 0÷50 °C
- Precisione T ± 0,8 K
- Segnale di uscita 2 x 0÷10 V DC
- Collegamento 4(5) fili

### 3.42 GRUPPO DI PRESSURIZZAZIONE UNI 12845 CON MOTOPOMPA

Gruppo di pressurizzazione antincendio secondo UNI 12845/10779 preassemblato e pronto per la messa in servizio, costituito da pompa principale elettrica da motopompa principale diesel e pompa pilota, configurazione sottobattente.

#### FUNZIONAMENTO

A "cascata" in base alla pressione differenziale di taratura dei pressostati.

All'abbassamento della pressione di rete (apertura di utenze) i pressostati avviano automaticamente le pompe garantendo l'erogazione della portata d'acqua necessaria. In seguito alla chiusura delle utenze e del conseguente innalzamento di pressione le pompe nei sistemi per estinzione incendi (secondo UNI 12845) vengono fermate solo manualmente tramite il selettore a chiave su cad. quadro

#### ELETTROPOMPA PRINCIPALE

Normalizzata monoblocco con attacchi a squadra, con anelli di usura sostituibili in aspirazione e mandata, girante in ghisa.

Corpo intermedio con sede della tenuta comunicante con la mandata con canale. Bussola di protezione dell'albero in acciaio al CrNiMo, sostituibile.

Motore a 2 poli asincrono trifase, ventilato esternamente, ad albero normalizzato accoppiato alla pompa tramite giunto rigido con termistori integrati.

#### MOTOPOMPA DIESEL

Pompa normalizzata con attacchi a squadra, (caratteristiche identiche alla pompa principale) con anelli di usura sostituibili in aspirazione e mandata, girante in ghisa.

Corpo intermedio con sede della tenuta comunicante con la mandata con canale. Bussola di protezione dell'albero in acciaio al CrNiMo, sostituibile.

Motore diesel a quattro tempi avviabile senza preriscaldamento mediante batterie, raffreddato ad acqua completo di serbatoio di carburante.

Accoppiamento alla pompa tramite giunto a presa diretta.

#### RAFFREDDAMENTO MOTOPOMPA DIESEL

Sistema di raffreddamento motore con scambiatore acqua/acqua completo di connessione con la tubazione di mandata della motopompa, da collegare ad una tubazione di scarico o di ricircolo in vasca

#### ELETTROPOMPA PILOTA

Monoblocco, multistadio verticale con bocche "in -linea".

Corpo e coperchio premente in ghisa rivestita con trattamento per cataforesi anticorrosione con viti di riempimento e di scarico. Idraulica e mantello in acciaio inox.

Motore normalizzato trifase, con termistori integrati.

### VALVOLE

Valvole di intercettazione a sfera PN25, in ottone con guarnizioni in P.T.F.E. (fino a DN 65) o a farfalla tipo wafer (DN 80 - 150) PN16), con leva estraibile e bloccabile in posizione aperta, in aspirazione e mandata per ogni pompa.

Valvole di ritegno PN25, in ottone con guarnizioni in NBR, (fino a DN 65) o a clapet, tipo wafer (DN80 – 150), PN16, ispezionabili, in mandata per ogni pompa

### STRUMENTAZIONE

Pressostati differenziali per ogni pompa montati sul gruppo pressione, con scala graduata e taratura modificabile: (0 - 7,5 bar) o (0 - 12 bar) IP 44.

Manometri montati in mandata per ogni pompa esclusa pilota: (0 - 10 bar) o (0 - 16 bar)

Pressostati e manometro montati su un collettore, assemblato a Norme UNI 12845, intercettabile con compensatore in Rilsan e protetto dal colpo d'ariete tramite diaframma tarato con rubinetto a tre vie per spurgo, misurazioni e intercettazione del gruppo pressione.

Manovacuumetro, in aspirazione per ogni pompa esclusa pilota: (da -1 a +5 bar).

### DERIVAZIONI IDRAULICHE

Derivazioni valvolate per sfogo aria e ricircolo in vasca diaframmato su pompa principale. Su questa derivazioni si deve installare il pressostato pompa in moto per segnale remoto con alimentazione elettrica separata.

### TELAIO

In profilato metallico con trattamento antiruggine e verniciato in RAL 5002

### COLLETTORE

Collettore di mandata in acciaio non saldato con attacchi flangiati da ambo i lati.

### QUADRO ELETTRICO POMPA PRINCIPALE

Quadro IP 54 in lamiera elettromeccanico trifase diretto o stella/triangolo.

Ingressi a 24V per comando esterno da pressostati e per comando esterno da pressostato "pompa in moto".

Sezionatore generale con bloccoporta e selettore MAN-0-AUT a chiave estraibile (in posizione Aut.), pulsanti di marcia e arresto motore con relative spie di segnalazione e spie duplicati "presenza tensione al motore" (cad. fase) e spie "pompa in moto" e spie "mancanza fase o rete" duplicati.

Amperometro generale diretto e voltmetro generale con selettore per verifica di cad. delle tre fasi e terna di valvole protezione voltmetro sulle 3 fasi e apparecchiatura controllo presenza fase con uscita allarme e con alimentatore caricabatterie e pacco batterie con portabatterie.

Presa d'uscita 16A 220V monofase con interruttore e fusibili di protezione.

Uscita contatti per comando allarme.

Trasformatore 380 / 24 V con serie di fusibili di protezione circuiti primario e secondario e teleruttore / contattori comando pompa con temporizzatore scambio stella/triangolo regolabile da 0 - 30"

### QUADRO ELETTRICO MOTOPOMPA

Quadro IP 54 in lamiera.

Amperometro e voltmetro e caricabatteria per batteria 1 e batteria 2

Indicatore livello carburante e contagiri motore

Ingressi a 24V per comando esterno da pressostati e per comando esterno da pressostato "pompa in moto".

Sezionatore generale con bloccoporta e selettore MAN-0-AUT a chiave estraibile (in posizione Aut.), pulsanti di marcia e arresto motore con relative spie di segnalazione e spie duplicati "presenza tensione al motore" (cad. fase) e spie "pompa in moto" e spie "mancanza fase o rete" duplicati.

Pannello elettronico di controllo e segnalazione stati/anomalie del motore.

#### QUADRO ELETTRICO POMPA PILOTA

Quadro elettromeccanico trifase diretto IP 54 in lamiera con protezione amperometrica e scheda madre elettronica.

Ingressi a 24V per comando esterno da pressostato e per pressostato o galleggiante di minima con relativo selettore (contatti NC o NA); spie presenza rete, motore in funzione, motore in protezione, allarme livello minimo acqua.

Sezionatore generale con bloccoporta e fusibili protezione motore e ausiliari e selettore MAN-0-AUT (MAN a ritorno automatico).

Protezione regolabile in corrente e tempo d'intervento e pulsante esterno per ripristino protezione.

Uscita per comando contatti allarme e alimentazione 9,6 V per collegamenti led mancanza fase e modulo per comando allarme esterno per mancanza acqua o intervento protezione motore

#### ACCESSORI

Il gruppo antincendio dovrà essere fornito completo di:

- quadro di riporto allarmi da ubicare in zona presidiata
- marmitta silenziata per la motopompa
- kit ricambi

#### CARATTERISTICHE TECNICHE

<b>Grandezza</b>	<b>U.M.</b>	<b>Pompa principale</b>	<b>Pompa principale</b>	<b>Pompa pilota</b>
Portata	m <sup>3</sup> h	110	110	3
Prevalenza	m c.a.	73	73	74
Diametro girante	mm	245	245	-
Bocca aspirante	DN	80	80	1''
Bocca premente	DN	65	65	1''
Velocità di rotazione	giri/min	2.950	2.950	2.950
Alimentazione	V/f/Hz	400/3/50	diesel	400/3/50
Potenza elettrica	kW	45	--	1,58
Potenza nominale motore diesel	kW	--	53	--

### 3.43 IDRANTE ANTINCENDIO

#### DESCRIZIONE

Equipaggiamento antincendio ad idrante UNI 45 conforme alle disposizioni della Norma UNI EN 671-2.



### CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

- corpo e scatola in ghisa GG25
- sbocco filettato in bronzo UNI 70, con calotta di protezione e catenella
- cappello di manovra unificato, manovrabile con chiave
- anelli di tenuta e perno d'ottone
- scarico automatico di svuotamento antigelo
- flangia di base UNI EN 1092-1 PN 16
- diametro nominale UNI 70
- pressione di esercizio 16 bar

### ACCESSORI

- Chiusino in ghisa ovale unificato, dimensioni 230x290 mm.
- Cassetta di contenimento in lamiera verniciata con sportello e piantana, completa di tubazione flessibile in nylon UNI 70, lunghezza 20 metri, con raccordi UNI 70 e lancia in materiale plastico (ABS) con rubinetto multieffetto di alluminio UNI 70.
- Chiave di manovra.

## 3.46 ATTACCO AUTOPOMPA

### DESCRIZIONE

Gruppo di attacco autopompa DN 100, conforme alle norme UNI 10779.

### CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Attacchi flangiati PN 16, installazione orizzontale, verniciato rosso RAL 3000, costituito da:

- saracinesca in ghisa con attacchi flangiati
- valvola di ritegno a clapet in ghisa con attacchi flangiati
- collettore in acciaio con valvola di sicurezza, taratura 12 bar e n. 3 attacchi autopompa UNI 70 a norma UNI 808, con valvola idrante in ottone

### INSTALLAZIONE

Installazione in cassetta per montaggio a parete o ad incasso completa di sportello con serratura e lastra trasparente frangibile "SAFE CRASH" a rottura predeterminata di sicurezza, completo di cartello segnaletico.

Il gruppo nonché la relativa tubazione di collegamento all'impianto dovranno essere adeguatamente protetti dal gelo in caso di installazione in zone non riscaldate od esposte alle intemperie.

## 3.47 ESTINTORE PORTATILE A POLVERE

Estintore portatile, omologato secondo D.M. 7 gennaio 2005 - UNI EN 3-7 da 6 kg del tipo a base di polvere chimica secca, pressurizzato con azoto puro, efficace ed idoneo per tutte le categorie di incendio e completo di manometro indicante l'efficienza dello stesso e staffa di supporto per fissaggio a parete.

**CARATTERISTICHE:**

- Peso della carica 6 kg
- Peso complessivo 11÷12 kg
- Contenitore in acciaio
- Valvola in bronzo
- Classe 34A - 233BC

**3.48 ESTINTORE PORTATILE A CO2**

Estintore portatile, omologato secondo D.M. 7 gennaio 2005 - UNI EN 3-7 da 5 kg, pressurizzato con anidride carbonica, completo di cono di diffusione con rompigetto e staffa per il fissaggio a parete.

**CARATTERISTICHE:**

- Peso della carica 5 kg
- Peso complessivo 13÷14 kg
- Contenitore in acciaio
- Valvola in bronzo
- Classe 113BC

**3.49 STAFFAGGI, PUNTI FISSI E VERNICIATURE****STAFFAGGI:**

Gli staffaggi per le tubazioni dovranno essere generalmente realizzati in normale profilo di acciaio nero verniciato, oppure potranno essere costituiti da collari pensili o murali.

Le distanze tra due staffaggi consecutivi non dovranno superare i seguenti valori:

- per diametri fino a DN 25 d = 2,5 m
- per diametri fino a DN 50 d = 3 m
- per diametri oltre a DN 50 d = 4 m

Gli staffaggi dovranno essere realizzati in modo da consentire la libera dilatazione delle tubazioni e la continuità della coibentazione termica.

Qualora specificatamente evidenziato sui disegni di progetto, o sulle descrizioni delle opere, i sistemi di staffaggio dovranno essere costituiti da elementi di tipo prefabbricato, zincati ed imbullonati tra loro.

Un prototipo di ciascun tipo di staffaggio dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

**PUNTI FISSI:**

I punti fissi per le tubazioni (ove previsti) dovranno essere realizzati in normale profilo di acciaio nero verniciato e dovranno essere solidamente ancorati alle strutture del fabbricato in modo da resistere alle sollecitazioni provocate dalla dilatazione o dalla contrazione delle tubazioni.

A tale proposito dovranno essere effettuati opportuni calcoli per dimensionare gli ancoraggi alle strutture.

Qualora le strutture esistenti non siano in grado di sopportare le spinte provocate dalle tubazioni, dovranno essere attuati tutti gli accorgimenti necessari per evitarne il danneggiamento delle strutture stesse.

#### VERNICIATURE:

Tutte le tubazioni, gli staffaggi non zincati, e le carpenterie dovranno essere verniciati con due riprese di antiruggine di colore diverso, con tempo di sovraverniciatura minimo di 24 ore, previa spazzolatura delle superfici.

Gli staffaggi e le tubazioni non coibentate dovranno essere rifinite con due riprese di smalto sintetico per esterni nei colori distintivi dei fluidi convogliati.

### 3.50 **DISPOSITIVI DI CONTROLLO**

#### MANOMETRI:

- posizionamento su ogni collettore, a monte e a valle di ogni apparecchiatura e su circuito di utenza;
- caratteristiche conformi alla specificata tecnica ISPESL D.M. 1/12/1975 (cap. R2C);
- tipo a molla di Bourdon;
- indicatore della massima pressione regolabile solo a mezzo di utensile;
- quadrante diametro Ø 100 mm;
- scala graduata in kg/cm<sup>2</sup>;
- fondo scala 600 kPa;
- completi di ricciolo e rubinetti a tre vie in rame.

#### TERMOMETRI:

- posizionamento su ogni collettore, a monte e a valle di ogni trattamento di fluidi e su ciascun circuito di utenza;
- caratteristiche conformi alla specificata tecnica ISPESL D.M. 1/12/1975 (cap. R2C);
- elemento sensibile a carica di mercurio ad immersione;
- cassa in ottone cromato Ø 100 mm;
- attacco radiale o posteriore;
- scala graduata in gradi centigradi;
- fondo scala 120°C.

### 3.51 **TARGHETTE INDICATRICI**

E' prevista l'installazione di targhette indicatrici che dovranno consentire la corretta individuazione dei circuiti e dei componenti.

Inoltre dovranno essere accuratamente indicate le posizioni che dovranno assumere le valvole, gli interruttori, i selettori, ecc., nella stagione estiva ed in quella invernale.

Tali targhette dovranno consentire una chiara interpretazione del funzionamento e guidare le manovre di gestione anche di personale non esperto.

Le targhette dovranno essere in lastra di alluminio con lettere incise.

Le targhette riportanti le indicazioni dei vari circuiti, dovranno essere avvitate o saldate alle tubazioni.

Le varie indicazioni dovranno essere concordate dalla A.L. con la Direzione Lavori.

### 3.52 CASE COSTRUTTRICI

I componenti principali costituenti gli impianti dovranno essere scelti tra quelli prodotti dalle seguenti case produttrici:

#### **Impianti meccanici**

- Generatori di calore:  
**BALTUR, WIESSMANN, BUDERUS**
- Canna fumarie:  
**SABIANA, SHUNT, WIERER**
- Elettropompe:  
**GRUNDFOS, WILO, KSB**
- Ventilconvettori:  
**SABIANA, AERMEC,**
- Radiatori:  
**IRSAP, ZENDER, ARBONIA.**
- Unità di trattamento aria:  
**SAMP, SAIVER, AERMEC.**
- Ventilatori:  
**SAMP, FCR, FRANCE AIR.**
- Apparecchi di diffusione aria:  
**KRANTZ, TROX, FCR.**
- Refrigeratori d'acqua:  
**CLIVET, AERMEC, CLIMAVENETA.**
- Scambiatori:  
**DANFOSS, ALFA LAVAL, TECHNOSYSTEM.**
- Serbatoi, bollitori:  
**SICC, CORDIVARI, ELBI.**
- Vasi di espansione:  
**ZILMET, ELBI, VAREM.**
- Impianti di trattamento acqua:  
**NOBEL, CILLECHEMIE, CULLIGAN.**
- Sistema di regolazione automatica:  
**SIEMENS, HONEYWELL, SCHNEIDER**
- Apparecchiature antincendio:  
**BOCCIOLONE, UNIMAS, OPPO**

## 4. MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI

### 4.1 OBBLIGHI ED ONERI DELL'ASSUNTORE LAVORI

#### NOTE GENERALI

Oltre agli obblighi e oneri contenuti negli elaborati generali di Appalto e nel contratto di appalto si intendono a carico dell'A.L., e quindi compresi nei compensi del contratto di fornitura, tutti i seguenti oneri necessari per dare gli impianti ultimati e funzionanti.

#### ONERI DI CANTIERE

Sono a completo carico dell'A.L. tutti gli allacciamenti, approvvigionamenti, opere e relativi consumi per la conduzione del cantiere e l'esecuzione delle opere in appalto e i seguenti ulteriori oneri:

- la formazione del cantiere con deposito dei materiali di proprietà della ditta stessa;
- energia elettrica e fornitura idrica di cantiere e relativi impianti di cantiere, per i propri usi;
- fornitura idrica agli uffici di cantiere comuni (progettista, committente) e relativa determinazione della ripartizione spese;
- smontaggio e rimontaggio di apparecchiature che, a giudizio insindacabile della D.L., possono compromettere la buona esecuzione di altri lavori in corso;
- protezione mediante fasciature, copertura ecc. degli apparecchi e di tutte le parti degli impianti per difenderli da rotture, guasti, manomissioni ecc., in modo che a lavoro ultimato il materiale sia consegnato come nuovo;
- operazioni di pulizia, ripristini e verniciatura che dovessero essere ripetuti in conseguenza di esecuzione ritardata di impianti e modifiche per aderire alle prescrizioni di progetto;
- pulizie interne ed esterne di tutte le apparecchiature, i componenti e le parti degli impianti, secondo le modalità prescritte dai costruttori, dalla D.L., dalle buone norme di esecuzione, prima della loro messa in funzione;
- montaggio e smontaggio di tutte le apparecchiature che, per l'esecuzione della verniciatura finale, richiedessero una tale operazione;
- fornitura e manutenzione in cantiere e nei locali ove si svolge il lavoro di quanto occorre per l'ordine e la sicurezza, ai sensi del D.Lgs. 81/2008.

#### CALCOLI E DISEGNI DI CANTIERE

La documentazione tecnica del progetto esecutivo illustra le caratteristiche dell'opera, le modalità esecutive e i dati dimensionali dei vari componenti. Non contiene disegni costruttivi di cantiere e di montaggio. L'A.L. deve redigere, prima della realizzazione dei lavori, tali disegni costruttivi di cantiere e di montaggio in scala adeguata e sottoporli alla D.L. per approvazione (cantierizzazione del progetto). Dimensioni, ubicazioni e quote nei disegni costruttivi di cantiere devono essere verificati sul posto dall'A.L..

L'A.L. deve altresì sottoporre per approvazione alla D.L. su formato cartaceo e informatico a firma di professionista abilitato i seguenti calcoli e verifiche:

- perdite di carico effettive dei canali dell'aria completi di terminali sulla base dei disegni costruttivi del canalista e delle perdite di carico effettive dichiarate dai produttori dei componenti impiantistici;
- curve di selezione dei ventilatori a servizio degli impianti di ventilazione in relazione alle perdite di carico effettive di cui sopra con indicazione dei punti di funzionamento, assorbimenti elettrici, spettro di rumorosità alle varie frequenze;
- calcolo del rumore residuo in ambiente (per l'ambiente più sfavorito) e conseguente scelta dei silenziatori al fine di verificare i limiti di rumorosità ambiente indicati nel presente capitolato;
- perdite di carico effettive delle reti distribuzione acqua complete di terminali sulla base dei disegni costruttivi e delle perdite di carico effettive dichiarate dai produttori dei componenti impiantistici;
- curve di selezione delle elettropompe a servizio della distribuzione fluidi con indicazione dei punti di funzionamento e degli assorbimenti elettrici,;
- calcoli di dimensionamento dei circuiti pannelli radianti locale per locale a cura del produttore con indicazione del percorso dei circuiti, posizione dei collettori, perdite di carico, passo delle tubazioni, diametri, rese (i calcoli devono essere sviluppati sulla base delle caratteristiche delle finiture e dei massetti previsti in fase di cantierizzazione del progetto e devono essere completi di elaborati grafici in scala adeguata riportante la denominazione dei locali e dei collettori coerente con il progetto esecutivo e comunque approvata dalla D.L.);
- calcoli, a firma congiunta dell'installatore e di tecnico abilitato, del dimensionamento del sistema di pressurizzazione dei filtri antincendio;
- relazione dettagliata a firma del produttore e di tecnico abilitato, del dimensionamento del sistema di ventilazione ed estrazione fumi in relazione alle specifiche progettuali antincendio.

L'A.L. deve altresì sottoporre per approvazione alla D.L. su formato cartaceo e informatico gli schemi costruttivi di tutti i quadri previsti a progetto completi degli schemi di collegamento degli ausiliari e di tutti i componenti in campo compresi quelli del sistema di regolazione e supervisione impianti meccanici. L'approvazione di tali schemi e condizione necessaria per l'esecuzione dei quadri.

I disegni costruttivi di cantiere devono essere conformi ai disegni e specifiche di progetto, nonché a tutta la documentazione contrattuale ed alle indicazioni della D.L.. I disegni costruttivi di cantiere devono rispettare fedelmente quanto si va a realizzare ed essere accompagnati da dettagli tecnici, da tabelle, da cataloghi tecnici e da ogni altro genere di documentazione utile per dare alla D.L. gli elementi per l'approvazione; essi devono tenere conto di tutti i dati acquisiti in cantiere.

L'approvazione da parte della D.L. di tali disegni, schemi e dettagli non esonera l'A.L. dalla sua responsabilità per qualsiasi errore dei propri elaborati e per deviazioni dalle Norme

vigenti, a meno che l'A.L. abbia informato per iscritto la D.L. di tali deviazioni e ne abbia ricevuto per iscritto la necessaria approvazione.

L'A.L. deve ripresentare i disegni a cui siano state apportate correzioni, senza per questo acquisire alcun diritto a compensi supplementari, sino al conseguimento dell'approvazione definitiva; questo in ogni caso non solleva l'A.L. dalla responsabilità per la perfetta esecuzione delle opere, essendo tale approvazione data sostanzialmente alla loro impostazione concettuale ma non al dimensionamento delle apparecchiature ed a tutti i dettagli costruttivi.

Oltre ai normali disegni costruttivi di cantiere e di montaggio l'A.L. deve fornire i disegni quotati per la realizzazione di opere murarie se necessarie; inoltre deve dare l'indicazione sui disegni dei carichi statici e dinamici delle macchine, le potenze e le caratteristiche dei vari motori e/o macchine, le modalità di montaggio e di ancoraggio alle strutture.

Ogni qualvolta risulti necessario, o su richiesta della D.L., devono essere forniti dall'A.L. i calcoli di verifica delle strutture adottate.

Per una completa esecuzione dell'opera i disegni di cantiere dovranno essere confrontati con i disegni dell'impiantista elettrico per definire le zone interessate da ciascun impianto e relative interferenze.

#### ONERI PER PRATICHE BUROCRATICHE

E' compito dell'A.L.:

- redigere progetti, calcoli, relazioni, disegni e qualunque altro elaborato necessario per ottenere tutte le licenze, approvazioni, autorizzazioni e collaudi da parte dei competenti Enti di controllo (Comune, A.S.L., VV.F., ISPESL, Provincia, Regione, ecc.);
- fornire certificazioni ed omologazioni necessarie durante l'esecuzione delle opere a giudizio della D.L. e secondo quanto richiesto dal presente documento e dalla Normativa Vigente;
- fornire alla D.L. la suddetta documentazione nel numero di copie richieste da inoltrare agli Enti di controllo;
- seguire le pratiche fino al completamento dell'iter burocratico;
- sostenere le spese per l'esame dei progetti da parte dei vari Enti e quelle per gli eventuali professionisti che firmeranno i documenti;
- rilasciare una dichiarazione che riepiloghi tutte le apparecchiature soggette ad omologazione. Detta dichiarazione deve elencare: tipo di dispositivo, marca, numero di omologazione, termine di validità.

#### ONERI E OBBLIGHI DIVERSI

In aggiunta, a modifica o a migliore precisazione di quelli precedentemente indicati, saranno a carico dell'A.L. i seguenti specifici oneri:

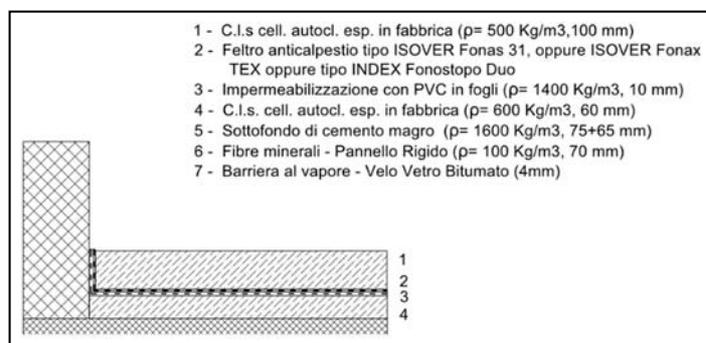
- predisposizione del piano operativo di sicurezza e dei mezzi e strumenti di primo soccorso;
- l'adozione dei provvedimenti necessari per garantire l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori e dei terzi comunque presenti, nonché evitare danni ai beni pubblici e privati.
- redazione del programma lavori generale dettagliato e degli eventuali aggiornamenti ordinati dalla Direzione dei Lavori; il programma lavori deve contenere anche le indicazioni della date di disponibilità dei materiali e provviste necessarie per l'esecuzione dei lavori;
- rilievo degli impianti esistenti che dovranno rimanere in funzione nel corso del cantiere e relative opere provvisorie necessarie al mantenimento in servizio degli stessi;
- cantierizzazione del progetto, calcoli e verifica delle caratteristiche delle apparecchiature in funzione delle tipologie scelte. In particolare dovranno essere forniti:
  - disegni dettagliati mirati alla risoluzione delle interferenze con altri impianti o strutture.
- la responsabilità dell'operato dei propri dipendenti anche nei confronti di terzi così da sollevare la Committente da ogni danno e molestia causati dai dipendenti medesimi;
- le pulizie periodiche delle opere in corso di realizzazione o già eseguite e lo sgombero dei materiali di rifiuto e la perfetta pulizia finale di tutti i locali e degli accessori, delle parti comuni, dei prospetti, degli spazi liberi, anche con riferimento ai residui di qualunque altra fornitura relativa al fabbricato in oggetto;
- l'assistenza tecnica di un responsabile, nei confronti della D.L., dell'andamento dei montaggi in cantiere;
- gli oneri di allontanamento e smaltimento di tutti gli impianti, componenti e residui di lavorazioni smantellati, demoliti o prodotti nel corso delle opere oggetto dell'appalto;
- fornitura di tutti i materiali minuti di montaggio, materiali di consumo, prestazioni e mezzi d'opera (compresi ponteggi, mezzi di sollevamento ed eventuale assistenza tecnica e manodopera da parte delle case costruttrici dei macchinari forniti per la collocazione degli stessi) necessari per l'esecuzione dei lavori e dei collaudi;
- il trasporto fino in cantiere ed il posizionamento in loco di tutti i materiali facenti parte delle opere appaltate, con i relativi mezzi, strumenti, attrezzature e manodopera specializzata necessari per il montaggio;
- il provvisorio smontaggio e rimontaggio e la protezione delle apparecchiature e delle altre parti degli impianti e l'eventuale trasporto di esse in magazzini temporanei per proteggerle da deterioramento di cantiere e dalle offese che potrebbero arrecarvi i lavori;
- il costo di bolli, bollettini, tasse, oneri per l'occupazione del suolo pubblico, imposte, diritti, contributi di qualsiasi genere necessari per l'esecuzione delle opere oggetto dell'appalto;
- la guardiania e la sorveglianza dei materiali e mezzi d'opera fino alla presa in consegna da parte del C.L.;

- la prestazione di proprio personale specializzato sia durante le verifiche e le prove in corso d'opera e di fine lavori sia per le fasi di collaudo definitivo degli impianti;
- il coordinamento per l'esecuzione delle opere di assistenza edile connesse con l'esecuzione delle opere meccaniche;
- misurazioni, monitoraggi, prove, verifiche di funzionamento, tarature, messa a punto degli impianti realizzati e relativa strumentazione necessaria dotata di certificati di taratura in accordo con le norme di collaudo definite dalla normativa tecnica e dalle indicazioni del presente capitolato;
- attività/misurazioni acustiche a firma di tecnico abilitato iscritto alle liste provinciali dei tecnici competenti in acustica in accordo con le norme di collaudo definite dalla normativa tecnica e dalle indicazioni del presente capitolato;
- istruzione del personale addetto al controllo alla gestione ed alla manutenzione dell'impianto.

## 4.2 ACCORGIMENTI PER LA LIMITAZIONE DELLA RUMOROSITA' DEGLI IMPIANTI

### IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

All'interno dei locali tecnici, al fine di limitare la trasmissione per via strutturale del rumore generato dagli impianti verso gli ambienti adiacenti e sottostanti, dovrà essere realizzato un pavimento galleggiante secondo la stratigrafia riportata in Figura 1.



*Figura 1: Stratigrafia tipo isolante*

All'interno dei locali tecnici i gruppi frigo e le elettropompe dovranno essere posizionate su basamenti in cls ( $1800 \text{ Kg/m}^3$ ) di spessore pari a 25 cm.

Per quanto riguarda i gruppi frigoriferi, questi dovranno essere collocati su basamenti distinti, desolidarizzati dalla soletta strutturale attraverso l'interposizione di materiale isolante a tutta superficie, dello spessore di 25 mm. In particolare in corrispondenza delle estremità del basamento dovrà essere collocato il materiale isolante del tipo SYLOMER O25 o equivalente, mentre nella parte centrale del basamento del tipo SYLOMER G25 o equivalente. Tale soluzione dovrà garantire una frequenza naturale del sistema pari a 12,7 Hz, comunque inferiore alle frequenze disturbanti prodotte dal gruppo frigo.

Per quanto riguarda le elettropompe con valvole e sistema di condotti, esse dovranno essere collocate su basamenti di superficie totale pari a circa  $20 \text{ m}^2$  e un carico totale pari a 100-

150Kg/m<sup>2</sup>. Tali basamenti dovranno essere desolidarizzati attraverso l'interposizione di strisce o quadrotte di materiale isolante tipo SYLOMER O25 o tipo SYLOMER G25 o equivalente con materiale riempitivo tra una striscia e l'altra di lana minerale a bassa densità.

In ogni caso è importante che i basamenti non abbiano alcun punto di contatto con eventuali strutture verticali.

Per quanto riguarda le Unità di Trattamento Aria queste esse dovranno essere dotate di supporti antivibranti opportunamente dimensionati dalla casa costruttrice al fine di ottenere una frequenza di risonanza in carica inferiore a 8 Hz con efficienza minima di filtraggio 95% per le frequenze di eccitazione le più basse. La scelta dei sistemi adatti al conseguimento dei requisiti sopradescritti è a carico dell'impresa fornitrice delle UTA.

In generale, al fine di controllare la trasmissione aerea e strutturale del rumore dai locali tecnici verso gli ambienti abitativi dovrà essere previsto di:

- raccordare le pompe con giunti antivibranti e fissare i tubi con collari resilienti;
- dimensionare accuratamente sulla base delle caratteristiche dei ventilatori i silenziatori in corrispondenza dei canali di ventilazione;
- collocare i silenziatori nei punti di passaggio attraverso le strutture che collegano ambienti rumorosi con ambienti abitativi e sigillare i punti di contatto con materiale elastico smorzante;
- prevedere griglie di ventilazione silenziate nelle aperture dei locali tecnici, al fine di rispettare i limiti massimi di emissione ed immissione sonora verso l'ambiente esterno, ai sensi del D.P.C.M. 14/11/97.

### IMPIANTI IDRICOSANITARI

Nella realizzazione degli impianti idricosanitari dovranno essere adottate tutte le cautele suggerite dalla regola dell'arte, con riferimento al dimensionamento e posa delle tubazioni di adduzione dell'acqua calda e fredda, della rete di scarico, dei miscelatori, ecc. al fine di limitare la generazione di rumore da parte di fenomeni di turbolenza nelle curve, di cavitazione nelle sezioni ristrette, di colpo d'ariete nei transitori, e la propagazione per via solida attraverso le strutture.

Al fine di limitare la rumorosità degli impianti risulta fondamentale la corretta installazione delle tubazioni che dovrà essere fatta mediante l'impiego di supporti o collari antivibranti per una completa desolidarizzazione dei componenti dalla struttura dell'edificio.

In particolare, per ridurre il rumore dell'impianto di scarico attutendo il rumore di caduta e di scorrimento, si dovranno utilizzare tubi di scarico e raccordi con caratteristiche fisiche necessarie per ottenere un potere fonoisolante a 13 dB.

Inoltre si dovranno disaccoppiare i tubi dalle strutture attraverso l'interposizione di guaine e nastri disaccoppianti e si dovranno utilizzare braccialetti zincati con inserti disaccoppianti per il fissaggio dei tubi.

Gli organi di intercettazione e di regolazione (valvole), le elettropompe di circolazione e i dispositivi di erogazione (rubinetti) dovranno essere selezionati in base alla rumorosità dichiarata dai costruttori.

### COMPONENTI ELETTRICI RUMOROSI

I componenti rumorosi (es. trasformatori) devono essere sempre collocati su basamenti desolidarizzati dalla soletta strutturale attraverso l'interposizione di materiale isolante a tutta superficie, dello spessore di almeno 25 mm. In particolare in corrispondenza delle estremità del basamento dovrà essere collocato il materiale isolante del tipo SYLOMER O25 o equivalente, mentre nella parte centrale del basamento del tipo SYLOMER G25 o equivalente. Tale soluzione dovrà garantire una frequenza naturale del sistema pari a 12,7 Hz, comunque inferiore alle frequenze disturbanti prodotte dal componente.

### SIGILLATURE ACUSTICHE

Al fine di evitare il passaggio di rumore in corrispondenza degli attraversamenti degli impianti dovranno essere realizzate idonee sigillature mediante l'utilizzo di appositi materiali certificati (schiume, diaframmi, lastre). Tali materiali adottati e le relative tipologie di posa devono essere certificate dalle ditte costruttrici.

Ogni tipologia di sigillatura, prima della sua messa in opera, deve essere dettagliatamente descritta e accettata per iscritto dalla D.L..

### **4.3 COMPARTIMENTAZIONE DEGLI IMPIANTI**

Il passaggio degli impianti attraverso strutture di compartimentazione crea delle discontinuità attraverso le stesse che devono essere eliminate mediante delle adeguate barriere tagliafiamma.

Tali barriere devono rispondere ai requisiti di certificazioni imposte dalle vigenti normative e devono essere applicate nelle quantità e modalità descritte nella certificazione stessa a corredo del prodotto.

Le aperture alle quali applicare la barriera tagliafiamma devono avere dimensioni adeguate (1,3 ÷ 1,5 volte le dimensioni dell'oggetto da contenere) e una forma regolare. Il componente impiantistico dovrà essere sufficientemente centrato rispetto all'apertura in modo da avere lo spazio per applicare la barriera lungo tutto il perimetro.

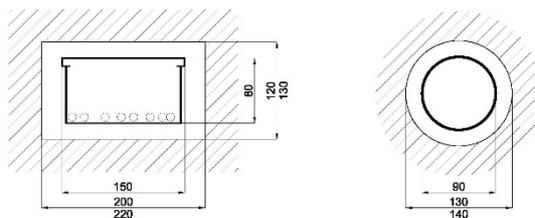


fig. 1

La parete di compartimentazione non deve essere utilizzata come appoggio dell'impianto che la attraversa in modo da evitare di aggiungere un peso non previsto alla parete e per avere la possibilità di una corretta posa della sigillatura nell'intorno dell'impianto stesso.

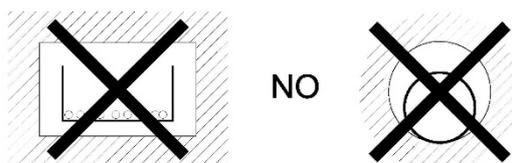


fig. 2

Quando le strutture di compartimentazione hanno una intercapedine al loro interno, è necessario prevedere la sigillatura della intercapedine in corrispondenza della apertura per evitare l'espansione della barriera all'interno dell'intercapedine stessa.

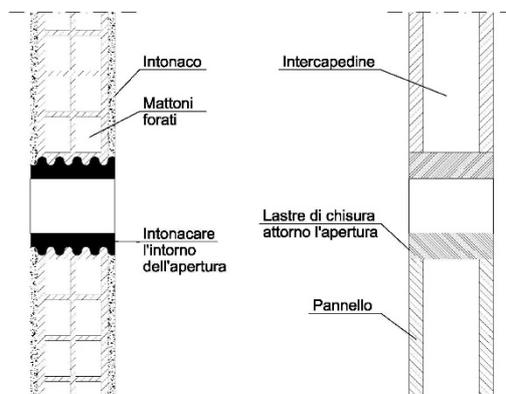


fig. 3

Se le pareti di compartimentazione sono troppo sottili rispetto allo spessore di prodotto da applicare per realizzare la barriera, deve essere creata nella parete con prodotti incombustibili una sede di larghezza adeguata.

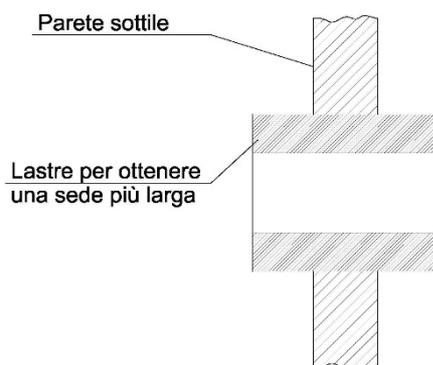


fig. 4

Se il rivestimento isolante dei tubi o condotti che attraversano la struttura non è incombustibile, è bene che tale rivestimenti, in corrispondenza della sigillatura, sia rimosso.

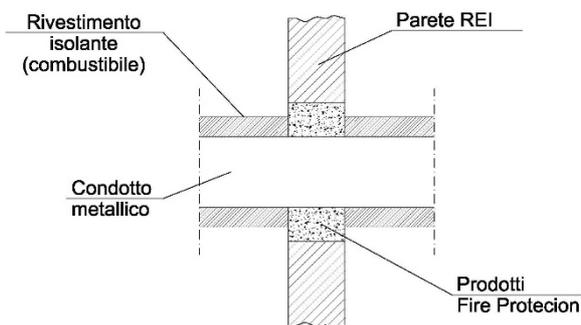


fig. 4

Le barriere tagliafiamma, in relazione al tipo di applicazione, possono essere di diverso tipo. Nella tabella che segue sono riepilogate quelle di uso più comune e idoneo al tipo di applicazione specifica.

<i>prodotto</i>	<i>caratteristiche e installazione</i>	<i>applicazione</i>
Barriera tagliafiamma fissa di consistenza friabile.	<p>Si usa per proteggere dall'incendio in modo fisso, resistente e stabile nel tempo.</p> <p>La barriera è un composto di polveri inerti, leganti organici e speciali additivi.</p> <p>La posa deve essere effettuata a mano</p>	Cavi elettrici, passerelle o canali portacavi, tubazioni metalliche.

	<p>analogamente ai conglomerati cementizi.</p> <p>Occorre attendere l'asciugatura per avere una adesione perfetta a tutte le superfici.</p> <p>Dopo l'indurimento la barriera rimane di consistenza "friabile" per poter essere facilmente rimossa o forata e successivamente ripristinata nel caso di interventi impiantistici.</p>	
Cuscini antincendio di facile rimozione e ricollocazione.	<p>Si usa per proteggere dall'incendio in modo facilmente rimovibile ove sia previsto una frequente modifica degli impianti ed in particolare infilaggio e sfilaggio cavi elettrici.</p> <p>Il cuscino è formato da un sacchetto di forma rettangolare in tessuto minerale riempito con una combinazione in granuli in grado di espandersi sotto l'azione del calore.</p> <p>I sacchetti devono essere disposti in modi regolare e uniforme in tutta l'apertura.</p> <p>In caso di installazioni verticali devono essere sorretti da una robusta griglia metallica fissata a muro con tasselli adeguati.</p>	Cavi elettrici, passerelle o canali portacavi, tubazioni metalliche.
Lastre in schiuma ad alta densità termo espandenti.	<p>Si usa per proteggere dall'incendio in modo rimovibile le medio/piccole aperture (4 – 5 dm<sup>2</sup>) di forma rettangolare.</p> <p>Le lastre si espandono sotto l'azione del calore.</p> <p>La posa viene effettuata mediante adattamento tramite taglio della spugna in modo che aderisca perfettamente alla apertura e all'impianto (il taglio deve essere fatto di dimensioni leggermente maggiorate, circa 3%). La posa non necessita di adesivi.</p>	Cavi elettrici raccolti in fascio.
Sigillante a base di resine termoindurenti.	<p>Si usa per proteggere dall'incendio in ambienti asciutti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- piccole aperture nelle pareti (max 1 dm<sup>2</sup> o diam. max 100 mm);</li> <li>- sigillature interne di tubi combustibili;</li> <li>- sigillature esterne di condotti metallici con barriere tagliafiamma interne.</li> </ul>	Cavi elettrici in piccoli fasci o tubi combustibili, tubi combustibili dell'impianto elettrico, condotti metallici.

	<p>Il sigillante a base di resine, speciali additivi e sostanze intumescenti, sotto l'azione del calore aumenta il suo volume (sino a 30 volte) e indurisce.</p> <p>Prima della applicazione le superfici devono essere prive di sporcizia, polvere e grassi. L'applicazione deve avvenire con una temperatura ambiente compresa tra i 5 e i 30 °C.</p>	
Collari flessibili in lamiera d'acciaio.	<p>Si usa per proteggere dall'incendio l'attraversamento di pareti da parte di tubazioni.</p> <p>I collari hanno diametro variabile in funzione del diametro della tubazione da proteggere e sono costituiti da una lamiera flessibile in acciaio all'interno della quale sono contenute capsule di materiale intumescente che sotto l'azione del calore si espande, schiacciando il tubo, sino ad ostruire completamente il foro nella parete.</p> <p>Il fissaggio del collare avviene mediante viti e tasselli. Il posizionamento deve essere effettuato da entrambi i lati dell'attraversamento di pareti e un collare nell'attraversamento di solette.</p>	Tubi in materiale combustibile.

#### 4.4 PROTEZIONE SISMICA DEGLI IMPIANTI

##### PREMESSA

I requisiti di protezione sismica degli impianti riguardano componenti essenziali quali le reti di distribuzione dell'acqua, dell'aria, del gas ed elettriche, nonché le centrali e le comunicazioni, che devono rimanere operative a seguito di un sisma grazie alla resistenza degli elementi di fissaggio alle strutture dell'edificio.

L'obiettivo è quello di assicurare che il movimento di questi componenti sia solidale a quello dell'edificio e che essi non si stacchino dai propri supporti durante un terremoto.

I sistemi di protezione sismica devono quindi essere progettati in modo tale da garantire tale requisito.

Tra le varie soluzioni applicative proposte per i sistemi di fissaggio antisismici relativi ai componenti degli impianti termofluidici ed elettrici (soluzioni per lo più ricavabili da normativa americana), qui di seguito sono elencati e descritti gli accorgimenti essenziali che si ritiene debbano essere adottati per garantire una adeguata protezione sismica agli impianti installati.

Sono normalmente esentati da staffaggio antisismico i seguenti componenti:

- tubazioni di diametro interno inferiore a 1"
- tubazioni nelle centrali tecniche di diametro interno inferiore a 1-1/4"
- tubazioni elettriche con diametro interno inferiore a 2-1/2"
- canali rettangolari con sezione inferiore a 0,6 m<sup>2</sup>
- canali circolari con diametro inferiore a 0,7 m
- tubazioni e canali sostenuti mediante singole staffe di lunghezza inferiore a 300 mm tra la
- sommità della condotta ed il limite inferiore del supporto della staffa.

### STAFFAGGIO ED ANCORAGGIO DI CONDOTTE ED APPARECCHIATURE

Lo staffaggio delle condotte ha lo scopo di fissarle alla struttura dell'edificio in modo tale che qualsiasi movimento sia solidale con quello della struttura.

Sebbene in genere le condotte siano robuste e reagiscano bene se soggette a scosse telluriche, è necessario limitare le elevate flessioni ed i movimenti che si verificano in caso di eventi sismici di media e forte entità.

Un mezzo efficace nel limitare il danneggiamento di questi impianti consiste nel garantirne la rigidità e nel prevedere saldi punti di ancoraggio alla struttura.

I due aspetti principali relativi allo staffaggio delle condotte che occorre quindi tener presente in fase di realizzazione sono la scelta della tipologia dell'elemento di fissaggio ed il suo posizionamento. Tenendo presente che un sistema di fissaggio consiste sostanzialmente di tre componenti principali:

- il collegamento delle condotte alla staffa, alla quale essa deve trasmettere le forze cui è soggetta;
- la tipologia della staffa di sostegno, che deve essere in grado di sopportare le forze e trasmetterle alla struttura;
- l'ancoraggio della staffa alla struttura, che costituisce l'elemento più critico ed essenziale,

per fornire la rigidità e la funzionalità del sistema di protezione si ritiene che gli usuali sistemi di fissaggio che si adottano per gli impianti (collari; sostegni ad U; mensole in profilato di acciaio per i fasci tubieri; pendini filettati per angolari da fissare alle strutture in cemento armato con tasselli ad espansione o alle murature con apposite zanche, oppure da fissare ad elementi strutturali in ferro mediante morsetti o cravatte), siano sostanzialmente rispondenti ai requisiti di base per una esecuzione antisismica.

Occorre tuttavia rispettare i criteri principali e minimi di seguito descritti da seguire per una esecuzione antisismica di base degli impianti.

### POSIZIONAMENTO E TIPOLOGIA DELLE STAFFE

Il posizionamento degli elementi di staffaggio è importante tanto quanto la scelta della loro tipologia. Sotto questo aspetto le minime staffe da dedicare come funzione antisismica possono essere di due tipi:

- trasversali, ovvero progettate ed installate per impedire il movimento in direzione perpendicolare alla tubazione;
- longitudinali, per impedire il movimento in direzione parallela alla tubazione.

Devono essere seguite due regole generali:

- ogni condotta deve avere una staffa trasversale in corrispondenza di ogni suo terminale;
- ogni condotta deve avere almeno una staffa longitudinale.

Per la distanza di queste staffe speciali tener presente quanto segue:

#### Tubazioni in acciaio (sia singole che in fascio)

- distanza massima tra due staffe trasversali m 9 (per tubi in rame m 4,5)
- distanza massima tra due staffe longitudinali m 12
- distanza massima tra due staffe per montanti verticali m 3

#### Canalizzazioni

- distanza massima tra due staffe trasversali m 9
- staffa in corrispondenza di ogni curva orizzontale 45°
- le pareti attraversate dai canali possono essere considerate come staffe trasversali
- distanza massima tra due staffe longitudinali m 18

Per quanto riguarda tipo e dimensione minima delle staffe di supporto trasversali e longitudinali, tener presente quanto segue:

#### Tubazioni

- profilo a C; minimo 40 x 60 h spessore 2,5 mm; coefficiente 2,5 di sicurezza riferito al carico nominale dichiarato dal costruttore; lunghezza luce massima 1 m

#### Canalizzazione

- profilo a C; minimo 40 x 60 h spessore 2,5 mm; coefficiente 2,5 di sicurezza riferito al carico nominale dichiarato dal costruttore; lunghezza luce massima 1,5 m.

### CARATTERISTICHE DEGLI ANCORAGGI

Tutte le apparecchiature montate su supporti rigidi devono avere un minimo di quattro bulloni di fissaggio, per ognuno dei quali devono essere previsti due dadi.

Nel caso di utilizzo di supporti antivibranti di tipo elastico o a molla (che assicurano l'isolamento dalle vibrazioni del basamento dell'apparecchiatura), le procedure da seguire sono le stesse per i supporti rigidi; la dimensione del bullone deve essere di ½".

I supporti antivibranti devono essere selezionati in modo tale che lo spostamento delle apparecchiature dal punto di flessione statica non superi i 12 mm.

In alternativa possono essere utilizzati degli appositi fermi, fissati alla struttura o solidali ai basamenti, che limitino lo spostamento delle apparecchiature a 12 mm.

Tutte le apparecchiature supportate dal soffitto o dalla copertura devono essere dotate di staffaggi (angolari, tiranti, profilati, ecc.) posti ad un angolo di 45° rispetto al telaio dell'apparecchiature (controventi) e fissati ad entrambi i lati con bulloni da ½".

Come già detto, si ricorda di prestare particolare attenzione al fissaggio degli ancoraggi alle strutture (di qualsiasi tipo), considerando la presenza di fase di taglio e tensioni dinamiche.

Le tipologie di fissaggio devono essere concordate con la D.L.

### IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

Gli impianti di illuminazione a fluorescenza sospesi, specialmente se montati uno dopo l'altro in lunghe file, devono essere dotati di controventi laterali o di adeguata flessibilità sia per i supporti del soffitto che ai collegamenti degli apparecchi.

Gli apparecchi di illuminazione sospesi devono essere muniti di robuste catene, anelli e ganci di sicurezza.

### CONSIDERAZIONI FINALI

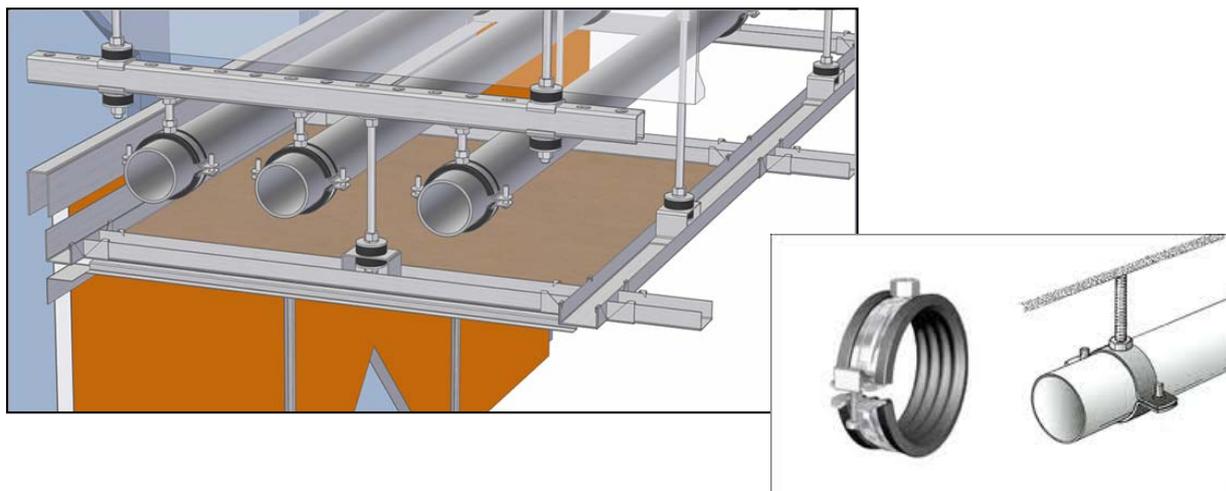
In definitiva, gli accorgimenti da adottare nella installazione di impianti tecnologici (siano essi termofluidici o elettrici), e in particolare di componenti pesanti, sono:

- ancorare gli impianti alle strutture portanti degli edifici e preservarli dagli spostamenti relativi di grande entità durante il terremoto;
- assorbire i movimenti relativi delle varie parti di impianto (tubazioni, canalizzazioni, apparecchiature) causate da deformazioni, movimenti delle strutture o spostamenti delle parti tra di loro, senza rottura delle connessioni e dei cablaggi anche mediante l'introduzione di dispositivi di smorzamento;
- evitare di attraversare, nei limiti del possibile, i giunti sismici predisposti nella struttura;
- adottare per macchinari particolari quali gruppi frigoriferi, torri di raffreddamento, ecc. basamenti antivibranti;
- adottare per i serbatoi accorgimenti contro il travaso e lo spargimento dei liquidi in essi contenuti;
- limitare al minimo lo spostamento laterale di macchinari quali gruppi frigoriferi, torri di raffreddamento, caldaie, UTA, trasformatori, quadri di distribuzione, ecc. mediante opportuni ancoraggi
- porre attenzione ai collegamenti tra apparecchi senza dispositivo di isolamento delle vibrazioni e tubazioni, canalizzazioni e rete elettrica di alimentazione;
- dotare tali collegamenti di adeguata robustezza nonché di una certa flessibilità nei confronti delle apparecchiature stesse nel caso di movimenti sismici relativi fra le parti su ciascun lato dei collegamenti.

## 4.5 TECNICHE E ACCORGIMENTI NELLA POSA DELLE TUBAZIONI

### TUBAZIONI DI ADDUZIONE

Le tubazioni non correnti sottotraccia devono essere sostenute da apposito staffaggio atto a sopportarne il peso, consentirne il bloccaggio e permetterne la libera dilatazione; lo staffaggio può essere eseguito sia mediante staffe continue per fasci tubieri o mediante collari e pendini per le tubazioni singole.



Le staffe o i pendini devono essere installati in modo tale che il sistema delle tubazioni sia autoportante e quindi non dipendente dalla congiunzione alle apparecchiature in alcun modo.

Il mensolame deve essere in acciaio verniciato previo trattamento con due mani di antiruggine di diverso colore, o in acciaio zincato.

Il mensolame esposto agli agenti atmosferici deve essere zincato e, se richiesto, ulteriormente protetto con vernice a base bituminosa.

Nelle tratte diritte la distanza fra due supporti successivi non deve superare m 2,5 circa, in presenza di curve il supporto deve essere posizionato a non più di 60 cm dal cambiamento di direzione, possibilmente nella tratta più lunga.

Tranne qualche caso assolutamente particolare, quanto fissato a detti supporti deve essere smontabile; pertanto non sono ammesse saldature fra supporti e tubi o altri sistemi di fissaggio definitivo.

Qualora sia necessario effettuare saldature, queste devono essere ricoperte con due mani di vernice antiruggine.

Quando necessario i supporti devono essere di tipo scorrevole, a slitta od a rulli.

Devono essere previsti adeguati isolamenti, quali guarnizioni in gomma o simili, per eliminare vibrazioni e trasmissione di rumore, nonché per eliminare i ponti termici negli staffaggi delle tubazioni percorse da acqua refrigerata.

È ammesso l'uso di collari pensili purché di tipo snodato regolabili (Flamco o similare).

Tubazioni, giunzioni, curve, raccordi ed organi vari facenti parte dell'impianto devono essere adatti alla pressione di esercizio dell'impianto stesso.

Tutte le tubazioni (in acciaio, ghisa, rame, PVC, ecc.) prima dell'installazione devono essere corredate di una specifica dichiarazione di conformità alle prescrizioni richieste.

Le tubazioni devono essere installate in modo da uniformarsi alle condizioni del fabbricato così da non interessare né le strutture, né i condotti ed in modo da non interferire con le apparecchiature installate per altri impianti.

Nell'attraversamento di pavimenti, muri, soffitti, tramezze, devono essere forniti ed installati spezzoni di tubo zincato aventi un diametro sufficiente alla messa in opera della tubazione; per le tubazioni che debbono attraversare il pavimento la parte superiore dello spezzone deve sporgere 5 cm sopra la quota del pavimento finito.

Il diametro del manicotto deve essere maggiore di almeno 4 centimetri al diametro esterno della tubazione (isolamento compreso). La corona circolare di circa 2 cm, così formata, va riempita con adatto materiale, pressata e resa impermeabile.

Nel montaggio dei circuiti di acqua calda, fredda, refrigerata e di torre si deve avere cura di realizzare le opportune pendenze minime ammesse in relazione al fluido trasportato (comunque mai al disotto dello 0,2%) nel senso del moto, in modo da favorire l'uscita dell'aria dagli sfiati che devono essere previsti in tutti i punti alti dei circuiti, mentre nei punti bassi devono essere previsti dispositivi di spurgo e scarico.

Sfiati e scarichi devono essere convogliati ad imbuto di raccolta collegati alla fognatura completi di rete antitopo.

Per la formazione degli scarichi soggetti al bagnasciuga si adottano tubazioni zincate con raccorderie zincate, o se richiesto, in acciaio inossidabile.

Alla fine del montaggio tubazioni, mensolame, tiranti, ecc. devono essere spazzolati esternamente con cura, prima di essere verniciati previo trattamento con due mani di antiruggine bicolore ed una mano di vernice a finire (se specificatamente richiesta), da eseguirsi dopo il collaudo preliminare o su autorizzazione della D.L..

Anche tutti i macchinari e le saracinesche in ghisa devono essere forniti completamente verniciati.

Alla fine del montaggio, le reti devono essere pulite con soffiaggio mediante aria compressa e con lavaggio prolungato.

Le tubazioni devono essere date complete di tutti gli accessori, collettori, valvole di intercettazione, di ritegno, ecc. atte a garantire il razionale funzionamento degli impianti.

Tutti i collettori devono avere coperchi bombati ed essere di diametro minimo pari a 1,25 volte il diametro della massima diramazione.

Per i collettori zincati la zincatura deve essere fatta a caldo dopo la lavorazione.

Tutte le diramazioni devono essere dotate di targhetta indicatrice.

Su tutte le tubazioni in PVC, PVC pesante, polietilene alta densità, polipropilene, devono essere previsti dei manicotti di dilatazione.

## TUBAZIONI DI SCARICO

Le tubazioni, siano esse orizzontali o verticali, devono essere installate in perfetto allineamento con il proprio asse e parallele alle pareti. Le tubazioni orizzontali, inoltre, devono essere posizionate con l'esatta pendenza loro assegnata in sede di progetto.

I liquami di scarico, anche in edifici residenziali, sono pericolosi, per i danni che possono provocare ad apparecchiature elettriche e simili e contaminanti. Per questo motivo è consigliabile che il percorso delle tubazioni di scarico non passi al di sopra di apparecchiature o materiali per i quali una possibile perdita possa provocare pericolo o contaminazione. Ove questo non sia possibile è necessario realizzare una protezione a tenuta al di sotto delle tubazioni in grado di drenare, raccogliere e convogliare alla rete generale di scarico eventuali perdite.

I cambiamenti di direzione ed i raccordi sono i punti critici nell'esecuzione di una rete di scarico. I pezzi speciali e i raccordi devono consentire la corretta connessione fra le diverse parti della rete, senza creare discontinuità negli allineamenti e nelle pendenze.

E' sconsigliato l'uso di derivazioni doppie piane e dei T così come non devono mai essere usate curve ad angolo retto nelle tubazioni orizzontali.

E' consigliabile realizzare la connessione tra le diramazioni e le colonne con raccordi formanti angolo con la verticale prossimo ai 90 °. I cambiamenti di direzione devono essere realizzati con raccordi che limitino il più possibile, ove non eliminino completamente, variazioni di velocità e/o altri effetti nocivi.

E' spesso necessario spostare l'asse della colonna di scarico per adattarsi alla struttura del fabbricato. In questo caso vi sono alcune avvertenze da seguire, in particolare sugli attacchi delle diramazioni:

- la connessione lungo il tratto sub orizzontale non deve essere eseguita a meno di 10 diametri dal piede colonna;
- la connessione al nuovo tratto verticale dopo lo spostamento non deve essere realizzato a meno di 0,6 m dall'innesto del tratto sub orizzontale nel nuovo tratto verticale.

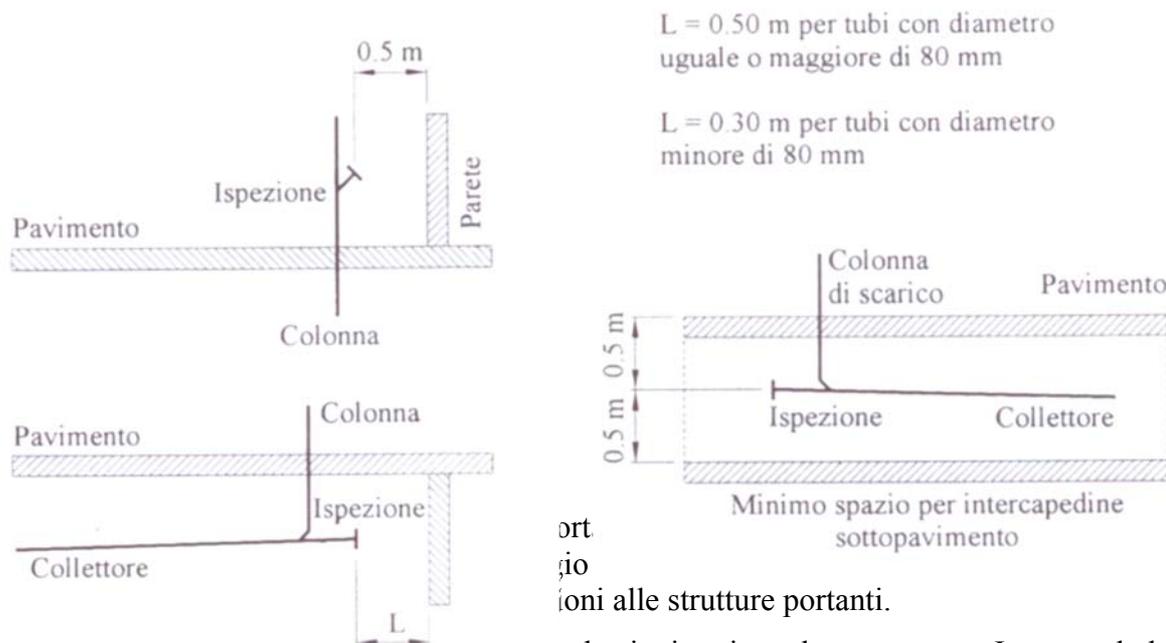
Sono inoltre da evitare gli inserimenti di diramazioni nelle colonne di scarico in corrispondenza delle zone a più probabile formazione di schiuma (si ha la formazione di schiuma dalle acque provenienti da lavastoviglie, lavelli da cucina e in generale dove si fa uso di detersivi).

Spesso i terminali delle colonne hanno anche funzione di ventilazione. In questo caso, se i terminali fuoriescono verticalmente dalla copertura, devono avere il bordo inferiore a non meno di 2 metri sopra il piano di copertura. Se la copertura non è frequentata dalle persone, tale distanza si riduce a 0,15 m. gli esalatori alla sommità delle colonne devono distare non meno di 3 metri da ogni finestra a meno che non siano almeno 0,60 m più alti del bordo superiore delle finestre. Nelle località con temperature persistenti al di sotto di -10 °C è necessario incrementare le sezioni dei terminali della colonna partendo almeno 0,50 m al di sotto della copertura.

Nei punti più critici della rete occorre prevedere delle ispezioni che permettano l'accesso all'interno per controlli periodici o per rimuovere le ostruzioni che si possono venire a creare. Le posizioni raccomandate per le ispezioni sono:

- al termine della rete di scarico assieme al sifone e ad una derivazione;
- ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di  $45^\circ$ ;
- ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro sino a 100 mm;
- ogni 30 m di percorso lineare per tubi con diametro oltre i 100 mm;
- ad ogni confluenza di due o più provenienze;
- alla base di ogni colonna.

Le ispezioni devono essere facilmente accessibili, prolungandole, se necessario, sino al pavimento o alla parete vicino alla quale si trovano. E' inoltre buona norma lasciare, intorno all'ispezione, lo spazio necessario per poter operare con gli utensili di pulizia come indicato nella figura che segue.



Le tubazioni variano da caso a caso. In generale le tubazioni con giunto a bicchiere vanno supportate in corrispondenza di ogni giunto, altrimenti si possono seguire le indicazioni riportate nella tabella che segue.

Tubazioni orizzontali	
sino al diametro 50 mm	ogni 0.50 m
sino al diametro 100 mm	ogni 0.80 m
oltre il diametro 100 mm	ogni 1.00 m
Tubazioni verticali	
qualsiasi diametro	ogni 2.50 m

Il materiale con il quale sono realizzati i supporti non deve alterarsi nel tempo e deve consentire lo smontaggio delle tubazioni anche a distanza di anni. In generale si preferisce usare l'acciaio zincato per supporti delle tubazioni metalliche e minerali. Per le tubazioni plastiche è invece consigliabile usare supporti realizzati con materiali plastici, soprattutto al fine di evitare di danneggiare le tubazioni nelle operazioni di montaggio.

Occorre inoltre prestare la massima attenzione al posizionamento dei punti fissi e dei giunti di dilatazione. tutte le tubazioni, ma in particolare quelle realizzate con materiale plastico, sono soggette a variazioni di lunghezza per effetto termico e quindi devono essere installate in modo da potersi dilatare o contrarre senza danneggiamenti. La normativa nazionale prevede un punto fisso in corrispondenza di ogni derivazione o comunque secondo gli intervalli seguenti:

- ogni 3 metri per le diramazioni orizzontali;
- ogni 4 metri per le colonne verticali;
- ogni 8 metri per i collettori sub orizzontali.

Nel caso in cui le tubazioni siano installate in cavedi non accessibili le uniche giunzioni ammesse per le tubazioni di materie plastiche sono quelle per incollaggio o per saldatura e la massima distanza fra due punti fissi deve essere ridotta a 2 metri. Sono da considerarsi punti fissi anche tratti incassati di lunghezza maggiore a 1 m. Nel tratto di tubazione compresa tra due punti fissi devono essere sempre previsti giunti scorrevoli che consentano la massima dilatazione prevedibile in sede di progetto.

#### **4.6 TECNICHE E ACCORGIMENTI NELLA POSA DEGLI APPARECCHI ILLUMINANTI**

Tutti gli apparecchi illuminanti devono essere forniti completi di lampade, reattori, accenditori, starter, condensatori di rifasamento, fusibile di protezione, portalampade, morsetti arrivo linea (o presa a spina irreversibile) ed accessori.

I componenti degli apparecchi illuminanti devono disporre del Marchio Italiano di Qualità IMQ.

Gli elementi in materiale plastico devono essere autoestinguenti secondo la norma UL 94 V-0.

Le parti metalliche degli apparecchi illuminanti devono essere verniciate a forno, previa pulitura, decapaggio e trattamento antiruggine.

I fusibili devono essere sul conduttore di fase.

Quando previsto, all'armatura deve essere collegato il conduttore di terra.

All'armatura deve essere collegato il conduttore di terra.

Per tutti i tipi di apparecchi illuminanti proposti deve essere presentata opportuna campionatura per approvazione.

Gli apparecchi autonomi per illuminazione di sicurezza e per segnalazione di sicurezza (questi ultimi hanno il pittogramma normalizzato) hanno batterie ricaricabili al Ni-Cd e sono predisposti per il monitoraggio da parte di sistema di controllo centralizzato tramite bus DALI (o equivalente).

In particolare gli apparecchi autonomi per illuminazione e segnalazione di sicurezza devono essere conformi alle norme CEI 34-22 (CEI EN 60598-2-22) e UNI EN 1838 (EN 12464-1).

La ricarica completa delle batterie deve avvenire entro il tempo di 12 ore.

Per la posa in opera degli apparecchi illuminanti devono essere previsti i materiali e le opere accessorie necessarie per una corretta installazione di quanto specificato nel seguito. In particolare si ricordano:

- staffaggi e strutture varie di supporto per il fissaggio alla struttura;
- materiali di consumo;
- eventuali strutture di rinforzo e/o appoggio al controsoffitto;
- fornitura, per gli apparecchi da incasso nel controsoffitto, di una presa a spina irreversibile con collegamento fino alla presa, per facilitare la rimozione dell'apparecchio;
- pulizia accurata degli schermi e dei riflettori prima della messa in servizio.

Per il fissaggio degli apparecchi illuminanti nel controsoffitto si deve tenere conto delle indicazioni fornite dal fornitore e installatore dei controsoffitti.

#### **4.7 TECNICHE E ACCORGIMENTI NELLA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO DI TERRA**

L'impianto di terra è costituito dall'insieme di dispersori (intenzionali e di fatto), conduttori di terra, collettori di terra, conduttori di protezione ed equipotenziali, installati con la finalità di assicurare alla corrente di guasto un ritorno verso terra attraverso un circuito di bassa resistenza.

Il dispersore di terra deve risultare costituito da una struttura orizzontale integrata da elementi verticali. Il dispersore orizzontale è in genere costituito da un anello, da un quadrato o da una maglia; il dispersore verticale da un picchetto. Tale struttura è detta anche dispersore intenzionale.

Dove possibile, il dispersore intenzionale deve essere collegato ai ferri dei cementi armati dell'edificio (dispersore di fatto).

I dispersori (corde, profilati piatti o tondi, tubi, ecc.) devono avere, per i diversi materiali utilizzati, dimensioni minime atte a garantire la loro resistenza meccanica e alla corrosione e sopportare senza danneggiamenti le temperature assunte in conseguenza del transito delle

correnti di guasto. E' pertanto previsto l'impiego di rame, acciaio rivestito di rame o acciaio zincato a caldo.

I picchetti sono costituiti in genere da profilati di acciaio zincato di varia forma o tubolari con terminale a punta. La zincatura deve avere uno spessore maggiore o uguale a 600 g/m<sup>2</sup>. Le dimensioni minime dei dispersori sono desunte dalle norme CEI 11-1 e CEI 64-8.

Le giunzioni da realizzare nei dispersori devono avere le seguenti proprietà:

- bassa resistenza di contatto;
- elevata resistenza meccanica;
- elevata resistenza alla corrosione.

Le giunzioni sono in genere eseguite con appositi morsetti a bulloni o a compressione, con manicotti a vite, con saldatura autogena o alluminotermica. Gli accorgimenti da adottare per evitare le corrosioni di natura chimica ed elettrochimica sono i seguenti:

- utilizzare come dispersori materiali metallici omogenei;
- per connettere metalli diversi, utilizzare morsetti in materiali speciali che riducono le coppie elettrochimiche e proteggere la giunzione con nastratura autovulcanizzante o similare;
- evitare l'interramento di corde e picchetti di rame nelle immediate vicinanze di strutture interrate di ferro o acciaio.

I conduttori di terra devono avere sezione adeguata per sopportare le sollecitazioni meccaniche e termiche alle quali vengono sottoposti in caso di guasti, calcolate secondo quanto stabilito dalle norme CEI. In condizioni ordinarie si assume una temperatura iniziale di 20 °C e una temperatura finale di 300 °C.

I conduttori di protezione devono avere sezioni adeguate dal punto di vista termico e meccanico e devono avere valore non inferiore a 2,5 mm<sup>2</sup> se è prevista una protezione meccanica o 4 mm<sup>2</sup> se tale protezione non è prevista.

Il conduttore di protezione in dorsale ed in montante non deve essere interrotto ad ogni scatola di derivazione. Eventuali derivazioni andranno realizzate con morsetti a pettine per conduttori nudi o con morsettiere unipolari a più vie se si utilizzano conduttori isolati, in modo da poter disconnettere la derivazione senza interrompere la dorsale. Si deve quindi fare uso di morsetti passanti.

La sezione del conduttore di protezione principale deve rimanere invariata per tutta la sua lunghezza.

Ai fini della equalizzazione del potenziale, tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse e le masse estranee accessibili esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore devono essere collegate all'impianto di terra. Tali collegamenti devono essere realizzati con conduttori isolati giallo/verde aventi sezione minima pari a 6 mm<sup>2</sup>. I morsetti di collegamento alle tubazioni, che devono essere preventivamente approvati dalla D.L., devono assicurare un contatto sicuro nel tempo. Nei casi in cui sia interessato l'impianto per la protezione contro le scariche atmosferiche, il collegamento deve essere effettuato con corda di rame nuda da 35 mm<sup>2</sup>.

Vanno eseguiti, in particolare, i seguenti collegamenti equipotenziali, mediante connessione all'impianto di terra:

- tubazioni in ingresso ed uscita dalle centrali;
- canalizzazioni in lamiera in ingresso ed uscita dai locali tecnici ed in corrispondenza delle uscite dai cavedi verticali ai piani;
- tubazioni nei cunicoli;
- tubazioni per ventilconvettori a pavimento dei piani;
- tubazioni di adduzione e scarico all'ingresso dei servizi igienici
- parti metalliche dell'edificio come finestre, infissi, ecc. se costituenti masse estranee.

La posa di un dispersore ad anello o a maglia prevede la seguenti fasi:

- sbancamento dell'area interessata dal dispersore per una profondità di circa 1 m (per una posa del dispersore a 0,5 m);
- regolarizzazione della giacitura con 0,5 m di terreno vegetale;
- disposizione delle corde o piattine secondo quanto previsto dal progetto;
- collegamento dei conduttori di terra;
- copertura del dispersore con terreno vegetale ben costipato.

Per i dispersori verticali si procede nel seguente modo:

- nei terreni omogenei e non troppo compatti il picchetto può essere infisso direttamente con percussione manuale tramite mazza; tale soluzione si applica per profondità in genere non superiori ai 3 metri;
- dove è necessario utilizzare picchetti lunghi e il terreno non è troppo compatto, si procede all'infissione diretta; si adoperano picchetti componibili lunghi fino a 15 metri. L'infissione avviene per mezzo di martello pneumatico utilizzando cavalletti con guide;
- per terreni molto compatti che non permettono l'infissione diretta, è necessaria una trivellazione e la successiva posa del picchetto; lo spazio tra le pareti del foro trivellato e il picchetto deve essere riempito a pressione con miscela di argille o di grafite e bentonite.

#### **4.8 TECNICHE E ACCORGIMENTI NELLA REALIZZAZIONE DEI QUADRI ELETTRICI**

I quadri elettrici di bassa tensione sono costituiti da una carpenteria fissa con all'interno le apparecchiature di comando e protezione, e da porte e pannelli apribili.

Sulle porte e sui pannelli apribili non vanno fissate apparecchiature. Fanno eccezione: strumenti di misura, selettori di comando, borchie di segnalazione luminosa, per i quali è ammesso il montaggio su detti pannelli o portine.

Sul fronte dei quadri devono essere posizionati:

- pulsanti, selettori, borchie di segnalazione;
- manovre per interruttori con blocco porta o dispositivo similare.

Pulsanti e borchie di segnalazione sono di tipo modulare, quadrati o rettangolari, con identificazione del servizio inciso sulla calotta frontale o con targhette laterali con incisioni.

La posizione di pulsanti, selettori di comando, borchie, ecc., deve essere razionalmente studiata in base alla collocazione della relativa apparecchiatura controllata.

Le lampade di segnalazione possono essere sostituite dal retro e sono su portalampada a spina.

I quadri si intendono sempre dotati di pulsante (o interruttore) per consentire la prova contemporanea di tutte le lampade di segnalazione esistenti sui quadri stessi.

Il collegamento tra parti fisse e mobili deve essere realizzato con cavetto flessibile e particolare cura è riservata in corrispondenza della parte ruotante per evitare strappi o rotture. Si preferiscono morsetti componibili sia sulla parte fissa che su quella ruotante.

Tutti i conduttori di collegamento devono essere dimensionati per la portata nominale delle apparecchiature; vanno scelte sbarre di rame nude o corde isolate a seconda delle portate e delle necessità costruttive.

I conduttori devono essere adeguatamente fissati alla struttura del quadro in modo che il loro peso non gravi sulle apparecchiature e in modo che possano sopportare le elevate sollecitazioni elettrodinamiche delle correnti di corto circuito.

I conduttori vanno collegati alle apparecchiature con appositi capicorda a pressione.

I circuiti ausiliari e di potenza, per quanto possibile, devono essere posti entro canaline in PVC, traforate e con coperchio.

Il capo di ogni conduttore fissato a morsetti o ad apparecchiature va numerato mediante anellino segnafilo.

Tutti i circuiti, sia di potenza che ausiliari che entrano od escono dal quadro devono far capo ad apposite morsettiere di tipo componibile, adeguate alle sezioni dei cavi collegati e dotate di cartellini di numerazione; naturalmente questi conduttori in arrivo e partenza devono essere saldamente ancorati con collari ad appositi profilati per evitare che il loro peso gravi sulle apparecchiature o sui morsetti terminali.

Tutti i conduttori devono essere contraddistinti alle due estremità da appositi anellini segnafilo in plastica con idoneo portacartellino. I collegamenti principali ed ausiliari devono essere riportati su apposita morsettiera numerata ed i morsetti devono essere di sezione adeguata ai conduttori.

La siglatura all'interno dei quadri deve avvenire nel seguente modo:

- su ogni apparecchiatura (con targhetta in plexiglas e dicitura incisa);
- su ogni cavo di cablaggio;
- sui morsetti delle linee in uscita ed ingresso dalle morsettiere;
- sul pannello frontale in corrispondenza dei pulsanti, selettori, apparecchi di manovra, ecc..

Nei locali contenenti apparecchiature derivate da più di un quadro, la siglatura delle linee deve riportare, oltre al numero della linea, la sigla del quadro relativo.

Tutti i segnali in arrivo da apparecchiature fuori quadro devono far capo a relé ausiliari con zoccolo in esecuzione estraibile e morsetti di collegamento anteriori.

I circuiti ausiliari di comando, segnalazione allarme e regolazione sono alimentati a 24 V c.a., tramite trasformatore di sicurezza.

Sui quadri che alimentano unità di ventilazione, deve essere predisposta in morsettiera la possibilità di effettuare l'arresto di tutti i ventilatori tramite un comando proveniente dalla centralina rilevamento incendio o dalle serrande tagliafuoco relative (ove previste).

Ogni quadro deve essere predisposto in modo che al mancare ed al successivo ritorno della tensione di rete, le utenze prima alimentate possano riprendere in modo automatico il loro regolare funzionamento.

Le sigle sui quadri devono essere concordate e comunque analoghe e coordinate con quelle eventualmente già esistenti.

I quadri devono essere sempre realizzati in modo tale da permettere eventuali futuri ampliamenti ai lati, con l'aggiunta di ulteriori cavi o se necessario in relazione alle possibili future utenze di scomparti.

#### **4.9 TECNICHE E ACCORGIMENTI NELLA REALIZZAZIONE DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE**

##### PASSERELLE

Le passerelle e i canali destinati a contenere conduttori facenti parte di servizi diversi (forza motrice, telefono, impianti speciali) devono essere provviste di setti separatori continui anche in corrispondenza di cambiamenti di direzione e all'imbocco delle cassette di derivazione.

Particolare attenzione deve essere posta nella realizzazione della curvatura delle passerelle e dei canali, che non deve comunque mai avere raggio inferiore a 10 volte il diametro della sezione del cavo maggiore.

La cassette di derivazione devono essere fissate preferibilmente sull'ala della passerella o canale.

Le passerelle e i canali per fonia-dati devono essere distanziate di almeno 300 mm dalle altre.

Deve essere garantita la continuità elettrica delle passerelle metalliche. Le tipologie di canaline che possono essere utilizzate sono:

- passerelle e canali in lamiera di acciaio zincato a caldo Sendzimir (sono le canaline metalliche di maggiore utilizzo soprattutto in locali tecnici o locali interrati al coperto);
- passerelle e canali in lamiera di acciaio inox (vengono solitamente utilizzate per installazione all'esterno o in applicazioni dove è richiesta grande resistenza agli agenti chimici);
- passerelle e canali in vetroresina resistente agli urti e alla corrosione non infiammabile (solitamente utilizzate per installazione all'esterno o in luoghi speciali).

## CANALI IN PVC

I canali in PVC devono resistere agli agenti chimici e agli urti secondo quanto previsto dalle rispettive norme di prodotto in funzione dell'impiego. Il materiale deve essere non infiammabile e in caso d'incendio devono emettere ridottissima quantità di gas tossici e corrosivi e di fumi opachi.

Essi sono previsti principalmente per:

- posa in vista a battiscopa (completi di coperchio possono essere utilizzati come canali attrezzati con scatole portafrutti componibili);
- posa in vista a parete e/o soffitto (completi di coperchio possono essere utilizzati per distribuzione principale e secondaria in particolari applicazioni ed ambienti);
- posa ad incasso nel sottofondo del pavimento.

Nel caso di canali portautenze a battiscopa, le prese di corrente devono essere installate ad almeno 175 mm dal pavimento.

## MODALITÀ DI POSA DELLE PASSERELLE E DEI CANALI

La funzione fondamentale di una canalizzazione è quella di reggere, contenere e proteggere i cavi nel tempo.

La modalità di posa incide in maniera determinante nella scelta delle caratteristiche di resistenza agli urti, agli agenti chimici e atmosferici; il numero di cavi presente all'interno dei canali e delle passerelle incide sulle sollecitazioni meccaniche sugli elementi e sulle staffe o mensole di sostegno.

La scelta delle caratteristiche meccaniche e di protezione degli agenti chimici e atmosferici deve essere verificata quindi dall'installatore in funzione delle condizioni reali di posa.

Le passerelle devono essere adatte per fissaggio a parete o soffitto a mezzo di supporti (staffe o mensole) dello stesso materiale, compresi nella fornitura. Le dimensioni delle staffe e delle mensole devono essere tali da garantire un fissaggio robusto e sicuro.

I supporti devono essere fissati secondo quanto previsto dai costruttori in base al carico lineare presente, e comunque ad una distanza massima di 2 m uno dall'altro. Il collegamento tra supporti e passerelle deve essere realizzato con viti e dadi; non sono in generale accettate saldature.

Qualora fosse indispensabile effettuare saldature, queste devono essere ricoperte con due mani di

vernice antiruggine.

I supporti possono essere fissati con chiodi sparati o tasselli metallici ad espansione, in corrispondenza del cemento armato oppure essere murate nelle strutture in laterizio oppure saldate o avvitate ai profilati di strutture in ferro.

I supporti saranno in acciaio inox per esecuzioni all'esterno.

Dopo eventuali asportazioni della zincatura per lavorazioni eseguite in cantiere, si dovrà ripristinare l'escoriazione tramite verniciatura utilizzando vernici a forte concentrazione di zinco organico.

Devono essere adottati opportuni accorgimenti atti a garantire l'assorbimento delle eventuali dilatazioni lineari.

È ammesso il taglio a misura degli elementi rettilinei con ripristino della zincatura a freddo o verniciatura sulle superfici del taglio.

Gli eventuali spigoli vivi devono essere smussati o protetti in modo da evitare di danneggiare le guaine dei cavi, in particolare durante la posa.

Se installati sotto pavimento galleggiante, passerelle e canali devono essere distanziati dal pavimento grezzo di almeno 30 mm.

I collegamenti tra i vari elementi devono essere realizzati con giunti fissati con viti; non sono accettate saldature.

Le passerelle e i canali devono essere posati in posizione tale da assicurare comunque la sfilabilità dei cavi e l'accessibilità agli stessi, e tale da evitare che la prossimità di altri componenti impiantistici possa portare ad un declassamento delle caratteristiche nominali.

Le passerelle devono essere dotate di coperchio nei seguenti casi:

- passerelle destinate alla posa di cavi MT;
- passerelle installate in zone di passaggio ad altezza inferiore ai 3 m;
- in tutti i casi indicati sugli altri elaborati di progetto.

Dove si rendano necessarie più passerelle, nella loro posa in opera si deve rispondere a particolari requisiti tecnici, quali la distanza tra loro (tra due canalette sovrapposte non deve essere inferiore a 200 mm), la possibilità di posa di nuovi conduttori, il collegamento alla rete di terra.

Le passerelle e i canali devono essere siglati e identificati con targhette indicanti la tipologia di impianto (energia normale, energia di sicurezza, impianti ausiliari, impianto fonia/dati, ecc.) come segue:

- ogni 10 m nei tratti rettilinei;
- in corrispondenza di ogni cambio di percorso.

Per le passerelle a traversini, le mensole di fissaggio e sostegno devono essere di tipo prefabbricato in lamiera zincata avente spessore minimo di 2 mm; le passerelle devono essere fissate alle mensole per mezzo di elementi di fissaggio prefabbricati.

Nel caso in cui si installino canalizzazioni in edifici in zone ove sia richiesta la protezione sismica, lo staffaggio deve essere eseguito in conformità con quanto descritto nella specifica che tratta il tema specifico.

## TUBI

I tubi, di qualunque materiale siano, devono essere espressamente prodotti per impianti elettrici e quindi devono risultare privi di sbavature alle estremità e privi di asperità taglienti lungo le loro generatrici interne ed esterne. Le tubazioni possono essere delle seguenti tipologie

- tubi in materiale plastico flessibile di tipo pesante, autoestinguente in meno di 30 secondi (sono utilizzati in genere per la distribuzione incassata nei sottofondi o a soffitto o parete ).
- tubi in materiale plastico rigido di tipo pesante, autoestinguente in meno di 30 secondi (sono utilizzati in genere per la distribuzione in vista a soffitto o parete specificatamente
- tubi in materiale plastico per cavidotti interrati;
- tubi in acciaio zincato del tipo elettrosaldato;
- tubi in acciaio inox del tipo elettrosaldato (solitamente utilizzati per installazione all'esterno o in applicazioni dove è richiesta grande resistenza agli agenti chimici).

### MODALITÀ DI POSA DEI TUBI

La funzione fondamentale di una tubazione è quella di reggere, contenere e proteggere i cavi nel tempo.

La modalità di posa incide in maniera determinante nella scelta delle caratteristiche di resistenza agli urti, agli agenti chimici e atmosferici.

La scelta delle caratteristiche meccaniche e di protezione degli agenti chimici e atmosferici deve essere verificata quindi dall'installatore in funzione delle condizioni reali di posa.

I tubi devono essere posati con percorso regolare e senza accavallamenti, per quanto possibile.

Per qualsiasi tipo di posa è richiesta in modo tassativo e rigoroso l'assoluta sfilabilità dei conduttori dai tubi in qualunque momento; se necessario si devono installare cassette rompi tratta per soddisfare questo requisito (almeno una ogni 15 metri ed in corrispondenza di ogni brusco cambio di direzione).

Le curve devono essere eseguite con largo raggio, in relazione al diametro dei conduttori, per tubi rigidi devono essere eseguite con apposite macchine piegatubi; in tutte le situazioni ove sia possibile devono essere utilizzate le curve prefabbricate.

In ogni caso non è ammesso l'impiego di derivazioni a "T".

Nello stesso tubo non devono esserci conduttori riguardanti servizi diversi anche se alla medesima tensione di esercizio.

Salvo prescrizioni particolari il diametro esterno minimo dei tubi deve essere di 16 mm.

Il diametro interno dei tubi deve essere pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in essi contenuti.

È fatto divieto transitare con tubi protettivi in prossimità di condutture di fluidi ad elevata temperatura o di distribuzione del gas e di ammararsi a tubazioni, canali o comunque altre installazioni impiantistiche meccaniche (tranne dove espressamente indicato).

I tubi previsti vuoti devono comunque essere dotati di fili-pilota in materiale non soggetto a ruggine.

I tubi di riserva devono essere chiusi con tappi filettati e lasciati tappati anche dopo la fine dei lavori.

Nella posa ad incasso, nei tratti a pavimento, i tubi, prima di essere ricoperti con malta, devono essere ben fissati tra loro ed alla soletta, onde evitare successivi spostamenti durante la copertura per i lavori di ultimazione del pavimento.

Nella posa in vista e nei controsoffitti i tubi devono essere fissati con appositi sostegni in materiale plastico od in acciaio cadmiato, posti a distanza opportuna ed applicati alle strutture con chiodi a sparo o tasselli ad espansione o fissati con viti o saldatura su sostegni già predisposti, con interdistanza massima di 1,5 m. Le giunzioni tra tubazioni e l'ingresso dei tubi nelle cassette devono avvenire attraverso appositi raccordi idonei al grado di protezione IP richiesto.

L'uso di tubi flessibili, nella posa in vista, è in generale consentito per i tratti terminali dei circuiti, come tra cassette di dorsale ed utenze finali.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione delle costruzioni devono essere usati particolari accorgimenti, quali tubi flessibili o doppi manicotti.

I tubi metallici devono essere fissati mantenendo un certo distanziamento dalle strutture, in modo che possano essere effettuate agevolmente le operazioni di riverniciatura per manutenzione e sia assicurata una sufficiente circolazione di aria.

Quando vengono impiegati tubi metallici, con cavi a semplice isolamento, deve essere garantita la continuità elettrica tra loro e con le cassette metalliche; qualora queste ultime fossero in materiale plastico deve essere realizzato un collegamento tra i tubi ed il morsetto interno di terra.

Nel caso di posa nel terreno di tubi in materiale isolante, vale quanto segue:

- le tubazioni devono sempre essere posate ad una profondità di almeno 0,5 m (comunque in relazione ai carichi transitanti in superficie);
- la posa deve avvenire in un letto di sabbia o terra vagliata con una protezione meccanica supplementare; il riempimento fino alla superficie avviene con materiale di risulta o ghiaia in alternativa, la posa deve avvenire su un letto di almeno 10 cm di sabbia; successivamente
- il tubo viene ricoperto con uno strato di calcestruzzo e successivamente con materiale di risulta o ghiaia fino alla superficie in casi particolari può essere richiesta la posa nel terreno di nastri monitori a non meno di 0,2 m al di sopra dei tubi
- le giunzioni sulle tubazioni devono essere sigillate con apposito collante per garantire la ermeticità dalla tenuta seguendo rigorosamente le prescrizioni indicate dal produttore la distanza delle tubazioni elettriche dagli altri impianti deve essere conforme a normativa; in particolare la distanza da gasdotti deve essere di almeno 0,5 m.

Nel caso di posa interrata di tubi metallici ad alta resistenza meccanica, non è prevista una profondità minima di posa; prima della posa i tubi metallici devono essere spalmati con apposite emulsioni bituminose.

#### **4.10 TECNICHE E ACCORGIMENTI NELLA REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI DI RIVELAZIONE E SEGNALAZIONE ALLARME**

Gli impianti di rivelazione e segnalazione allarme incendio devono essere realizzati in conformità con le norme tecniche vigenti ed in particolare con la norma UNI 9795:2013 “Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d’incendio - Progettazione, installazione ed esercizio”.

In fase di cantierizzazione del progetto è onere dell’A.L. verificare preventivamente all’installazione, in relazione alle caratteristiche specifiche dei componenti impiantistici selezionati e alla disposizione progettuale dei componenti, che siano rispettati i livelli acustici percepiti dagli utenti.

In caso di criticità è onere dell’A.L. prevedere le necessarie integrazioni dei dispositivi acustici.

E’ altresì onere dell’A.L. fornire una mappatura completa (descrittiva e grafica) di tutti i componenti degli impianti con indicazione, per ciascun componente, del rispetto delle prescrizioni della norma in termini di ubicazione, installazione e prestazione. Detta mappatura deve essere integrata anche con l’indicazione della disposizione della relativa cartellonistica, delle luci di emergenza e dei dispositivi manuali di sezionamento elettrico degli impianti. Deve essere altresì fornita una relazione descrittiva delle logiche di programmazione degli impianti.

#### 4.11 ASSISTENZE EDILI AL SERVIZIO DEGLI IMPIANTI

Le opere di assistenza muraria sono incluse nell'appalto e devono intendersi compresi nei singoli Prezzi Unitari di elenco tutti gli oneri derivanti da:

- scarico in cantiere dei materiali ed accatastamento in area di cantiere o in magazzini;
- manovalanza per la movimentazione di cantiere ed ai piani;
- ponteggi e trabattelli fino a 6 metri da terra del piano di calpestio;
- fori da realizzare con trapano su murature e pareti di qualsiasi tipo per fissaggio di tappi ad espansione, bulloni, tasselli, chiodi sparati, ecc.. Sulle strutture in acciaio in sostituzione dei fori devono essere usate apposite cravatte, morsetti e simili;
- fissaggio di mensole e staffe a pareti o solai in cls, compresi tasselli, pezzi speciali, profilati in acciaio aggiuntivi, ecc.;
- fissaggio di apposite mensole e staffe di sostegno di apparecchiature e attrezzature varie a pareti in cartongesso;
- basamenti apparecchiature in carpenteria metallica e in profilati;
- staffaggi per tubazioni, canalizzazioni, organi di intercettazione e similari nelle centrali, nei cavedi, nei cunicoli, ecc., comprendendo l’esecuzione di eventuali strutture metalliche di supporto fissate alle pareti, a pavimento o ai solai. Sono compresi elementi di ancoraggio, pezzi speciali, profilati in acciaio aggiuntivi, ecc.;
- staffaggi per le sospensioni degli organi terminali nelle posizioni definite nei disegni di progetto;
- saldature per fissaggi vari;
- trasporto alla discarica dei materiali di imballaggio e di risulta delle lavorazioni, compreso relativo onere di smaltimento;
- pulizia in corso d'opera e finale degli ambienti.

Si intendono pure opere di assistenza muraria, e devono essere anch'esse comprese in ogni singolo prezzo unitario, le seguenti lavorazioni (elenco esemplificativo e non esaustivo):

- fori di qualunque forma e dimensione nei solai o pareti di qualunque tipo e loro chiusura (nel calcestruzzo, tradizionale o cartongesso). Sono fori da realizzare con

- carotatrice o altro mezzo meccanico, comprendendo anche le forniture accessorie per tali macchine e la pulizia dell'area dopo l'intervento;
- tracce su tavolati e simili in laterizio, blocchi cartongesso, ecc. e relativa chiusura al grezzo da realizzare con personale e mezzi idonei;
  - opere di protezione di reti, cassette e simili posate a parete o pavimento, mediante l'utilizzo di malta cementizia o equivalente e/o di strutture rigide resistenti al passaggio di persone e/o mezzi;
  - fissaggio su murature tradizionali di mensole, staffe, scatole, cassette, tubazioni, apparecchi sanitari, ecc. utilizzando anche apposite strutture di sostegno;
  - smontaggio e rimontaggio di controsoffitti e/o pavimenti galleggianti per interventi impiantistici e per le opere di finitura, di collaudi, ecc.;
  - sollevamenti, tiri in alto e posizionamento di tutte le macchine ed apparecchiature ovunque queste vadano installate;
  - fori nei controsoffitti, nei pavimenti galleggianti e pannellature in genere per alloggiare organi terminali degli impianti;
  - scavi, reinterri, pozzetti e movimentazione terra dove necessario e per quanto non già previsto in progetto;
  - predisposizioni su solai di pilette, pozzetti e simili;
  - sigillature acustiche in corrispondenza di tutti i passaggi impiantistici realizzati su partizioni verticali e orizzontali;
  - sigillature REI in corrispondenza di tutti i passaggi impiantistici realizzati su partizioni verticali e orizzontali con funzione di compartimentazione;
  - ponteggi e trabattelli oltre 6 metri da terra del piano di calpestio.

Non si considerano opere di assistenza muraria e sono escluse dalla computazione degli impianti voci del tipo:

- cunicoli e cavedi tecnici;
- basamenti;
- scavi, reinterri, pozzetti per reti esterne;
- fori di grandi dimensioni da prevedere nei solai, nelle pareti in cls ed in genere nelle pareti di qualunque tipo per il passaggio degli impianti. Questi fori sono in genere previsti nel progetto strutturale ed architettonico; qualora ne servissero degli altri questi devono essere realizzati prima dell'esecuzione delle opere;
- fori sulle coperture e ripristino di impermeabilizzazioni.
- mascheramento di impianti

Le opere sopra elencate sono comunque comprese nell'appalto generale, e per esse l'A.L. deve fornire tutti i disegni costruttivi ed è tenuto a comunicare le proprie necessità con ragionevole anticipo per permettere l'ordinato svolgimento dei lavori.

## **5. NORME DI MISURAZIONE DELLE LAVORAZIONI**

### **5.1 NOTE GENERALI**

I prezzi di ogni singolo materiale ne comprendono la fornitura e la posa in opera. Nei singoli prezzi a base di appalto si intendono già conteggiate anche quelle opere e quegli accessori che, pur non essendo espressamente menzionati, sono però indispensabili per la completezza ed il buon funzionamento delle apparecchiature e degli impianti.

Nei prezzi unitari sono altresì inclusi tutti gli oneri, gli accorgimenti e le attività necessarie per installare gli impianti secondo quanto indicato nel capitolo “Modalità di esecuzione dei lavori” del presente elaborato.

Nei singoli prezzi è compreso il materiale d'uso e consumo e l'attrezzatura in normale dotazione ai montatori, nonché l'onere per il fissaggio su qualsiasi tipo di struttura in acciaio, in tradizionale, in calcestruzzo, ecc. di profilati ed apparecchiature in genere tramite tasselli ad espansione, chiodi a sparo, zanche, opere di saldatura, cravatte, morsetti, ecc. Nei singoli prezzi unitari devono essere compresi gli oneri derivanti da staffe, mensole, tiranti, pezzi speciali, curve, guide, guarnizioni, sfridi di lavorazione, etc.. Sono infine compresi nei singoli prezzi unitari eventuali viaggi, trasporti e imballi, trasferte, scarichi per materiale e manovalanza.

Le norme di misurazione e valutazione dei lavori che seguono servono ad illustrare i criteri da seguire per la contabilizzazione dei materiali ed apparecchiature nel caso di varianti in più o in meno, introdotte in corso d'opera. Servono altresì per spiegare i criteri seguiti in fase di computazione per la determinazione delle varie quantità contabilizzate sui disegni e schemi di progetto.

A tale proposito si precisa che i prezzi unitari di cui all'elenco prezzi del progetto si intendono riferiti alla fornitura e posa in opera di apparecchiature e materiali secondo le prescrizioni generali e particolari della documentazione d'Appalto. I prezzi unitari sono stati costruiti con riferimento alle specifiche situazioni logistiche e operative degli impianti in oggetto; pertanto anche in mancanza di specifiche indicazioni devono ritenersi comprensivi dei costi relativi ad ogni apprestamento, mezzo d'opera e a quant'altro necessario per dare gli impianti finiti a regola d'arte.

Nei prezzi unitari sono esclusi gli oneri per le opere edili, assistenze murarie ed affini secondo quanto indicato nel capitolo “Modalità di esecuzione dei lavori” del presente elaborato.

Eventuali nuovi prezzi per componenti non previsti o resisi necessari in sede di esecuzione devono essere concordati tra l'A.L. e la D.L., o per analogia con i prezzi unitari di componenti simili già in elenco prezzi o su presentazione di una precisa analisi di costo da parte dell'A.L..

## 5.2 TUBAZIONI

### Tubazioni in acciaio nero o in acciaio zincato

Sono valutate a peso, misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera lungo l'asse, e moltiplicando le lunghezze, senza alcuna maggiorazione, per il peso convenzionale derivato dalle rispettive tabelle UNI (e di seguito riportato).

Non concorrono a costituire lunghezza, e quindi peso, gli oneri derivanti da staffe, mensole, tiranti, pezzi speciali quali curve, curve ad ampio raggio (dove richiesto), gomiti, riduzioni, imbuti, punti fissi, guide, flange, bulloni, guarnizioni, sfridi di lavorazione. Tali oneri si intendono compensati nei prezzi unitari.

### Tubazioni in acciaio nero UNI EN 10255 SM

Per le tubazioni in acciaio nero UNI EN 10255 SM (serie media) ai diametri nominali corrispondono i seguenti diametri esterni, spessori e pesi convenzionali:

Diametro nominale	Diametro esterno per spessore	Peso kg/m
DN 10	17,2 x 2,30 mm	0,839
DN 15	21,3 x 2,60 mm	1,21
DN 20	26,9 x 2,60 mm	1,56
DN 25	33,7 x 3,20 mm	2,41
DN 32	42,4 x 3,20 mm	3,10
DN 40	48,3 x 3,20 mm	3,56
DN 50	60,3 x 3,60 mm	5,03
DN 65	76,1 x 3,60 mm	6,42
DN 80	88,9 x 4,0 mm	8,36
DN 100	114,3 x 4,5 mm	12,2
DN 125	139,7 x 5,0 mm	16,6
DN 150	165,1 x 5,0 mm	19,8

*Tubazioni in acciaio nero UNI EN 10216-1*

Per le tubazioni in acciaio nero UNI EN 10216-1 ai diametri nominali corrispondono i seguenti diametri esterni, spessori e pesi convenzionali:

Diametro nominale	Diametro esterno per spessore	Peso kg/m
DN 15	21,3 x 2,30 mm	1,09
DN 20	26,9 x 2,30 mm	1,41
DN 25	33,7 x 2,30 mm	1,78
DN 32	42,4 x 2,60 mm	2,55
DN 40	48,3 x 2,60mm	2,93
DN 50	60,3 x 2,90 mm	4,11
DN 65	76,1 x 2,90 mm	5,24
DN 80	88,9 x 3,20 mm	6,76
DN 100	114,3 x 3,60 mm	9,83
DN 125	139,7 x 4,0 mm	13,40
DN 150	168,3 x 4,5 mm	18,20
DN 200	219,1 x 6,3 mm	33,10
DN 250	273,0 x 6,3 mm	41,40
DN 300	323,9 x 7,1 mm	55,50
DN 350	355,6 x 8,0 mm	68,60

DN 400	406,4 x 8,8 mm	86,30
DN 450	457,0 x 10,0 mm	110,00
DN 500	508,0 x 11,0 mm	135,00
DN 600	610,0 x 12,5 mm	184,00

*Tubazioni in acciaio zincato UNI EN 10255 SL*

Per le tubazioni in acciaio nero UNI EN 10255 SL (serie leggera) zincate UNI EN 10240 filettate e con manicotto fino a DN 100, e UNI EN 10216-1 flangiata per diametri superiori, ai diametri nominali corrispondono i seguenti diametri esterni, spessori e pesi convenzionali:

Diametro nominale	Diametro esterno per spessore	Peso kg/m
DN 10	17,2 x 2,00 mm	0,798
DN 15	21,3 x 2,30 mm	1,150
DN 20	26,9 x 2,30 mm	1,480
DN 25	33,7 x 2,90 mm	2,330
DN 32	42,4 x 2,90 mm	2,980
DN 40	48,3 x 2,90 mm	3,430
DN 50	60,3 x 3,20 mm	4,750
DN 65	76,1 x 3,20 mm	6,100
DN 80	88,9 x 3,60 mm	8,090
DN 100	114,3 x 4,00 mm	11,580

*Tubazioni in acciaio zincato UNI EN 10255 SM*

Per le tubazioni in acciaio nero UNI EN 10255 SM (serie media) zincate UNI EN 10240 filettate e con manicotto fino a DN 100, e UNI EN 10216-1 flangiata per diametri superiori, ai diametri nominali corrispondono i seguenti diametri esterni, spessori e pesi convenzionali:

Diametro nominale	Diametro esterno per spessore	Peso kg/m
DN 10	17,2 x 2,30 mm	0,895
DN 15	21,3 x 2,60 mm	1,28
DN 20	26,9 x 2,60 mm	1,65
DN 25	33,7 x 3,20 mm	2,53
DN 32	42,4 x 3,20 mm	3,26
DN 40	48,3 x 3,20 mm	3,75
DN 50	60,3 x 3,60 mm	5,29
DN 65	76,1 x 3,60 mm	6,79

DN 80	88,9 x 4,00 mm	8,90
DN 100	114,3 x 4,50 mm	12,98
DN 125	139,7 x 5,00 mm	17,65
DN 150	165,1 x 5,00 mm	21,12

*Tubazioni in rame, multistrato ed in polietilene ad alta densità PN 16*

Sono valutate a metro lineare, misurando l'effettivo sviluppo in opera, lungo l'asse, senza tenere conto di eventuali parti sovrapposte.

Non concorrono a costituire lunghezza gli oneri derivanti da staffe, mensole, tiranti, pezzi speciali, curve, gomiti, tee, riduzioni, imbuti, manicotti, braghe, ispezioni, punti fissi, guide, flange, bulloni, guarnizioni, sfridi di lavorazione. Tali oneri si intendono compensati nei prezzi unitari.

*Tubazioni in rame per circuiti riscaldamento*

Le tubazioni in rame, secondo UNI EN 1057

Diametro nominale	Diametro esterno per spessore	Peso kg/m
DN 6	6,0 x 1,0 mm	0,141
DN 8	8,0 x 1,0 mm	1,197
DN 10	10,0 x 1,0 mm	0,253
DN 12	12,0 x 1,0 mm	0,310
DN 14	14,0 x 1,0 mm	0,366
DN 16	16,0 x 1,0 mm	0,422
DN 18	18,0 x 1,0 mm	0,479
DN 22	22,0 x 1,0 mm	0,591
DN 28	28,0 x 1,5 mm	1,119
DN 35	35,0 x 1,5 mm	1,414
DN 42	42,0 x 1,5 mm	1,710
DN 54	54,0 x 2,0 mm	2,927

*Tubazioni metalplastiche multistrato*

Tubazioni metalplastiche multistrato, costituite da strato interno in polietilene reticolato, strato intermedio di alluminio e strato esterno in polietilene ad alta densità PEHD.

Diametro nominale	Diametro esterno per spessore
DN 16	16,0 x 2,,25 mm

DN 20	20,0 x 2,25 mm
DN 26	26,0 x 2,50 mm
DN 32	32,0 x 3,00 mm
DN 40	40,0 x 3,50 mm
DN 50	50,0 x 4,00 mm

### Tubazioni in polietilene ad alta densità PN 16

Diametro nominale	Diametro esterno per spessore
DN 20	20,0 x 2,0 mm
DN 25	25,0 x 2,3 mm
DN 32	32,0 x 3,0 mm
DN 40	40,0 x 3,7 mm
DN 50	50,0 x 4,6 mm
DN 63	63,0 x 5,8 mm
DN 75	75,0 x 6,8 mm
DN 90	90,0 x 8,2 mm
DN 110	110,0 x 10,0 mm
DN 125	125,0 x 11,4 mm
DN 160	160,0 x 14,6 mm
DN 200	200,0 x 18,2 mm
DN 250	250,0 x 22,7 mm

## 5.3 CANALIZZAZIONI

### Canali a sezione rettangolare in lamiera zincata, per impianti a bassa velocità e bassa pressione

Sono valutati a peso con misure in opera in base ai criteri sottoindicati:

- le lunghezze sono sempre valutate in asse;
- le superfici sono ricavate moltiplicando le lunghezze per lo sviluppo ottenuto sommando le lunghezze dei quattro lati, senza tenere conto di ribordature od altro;
- per le curve a sezione costante lo sviluppo è quello del canale rettilineo cui sono allacciate;

- per curve a sezione non costante, riduzioni o pezzi speciali in genere, lo sviluppo teorico è la media degli sviluppi dei canali rettilinei rispettivamente a monte ed a valle.

Le superfici così determinate, senza alcuna maggiorazione, concorrono alla formazione del peso mediante l'applicazione dei seguenti pesi convenzionali, comprensivi della zincatura:

Dimensione lato maggiore canale	Spessore della lamiera	Peso conv.
fino a 300 mm	6/10 mm	5,1 kg/m <sup>2</sup>
da 301 a 750 mm	8/10 mm	6,7 kg/m <sup>2</sup>
da 751 a 1.200 mm	10/10 mm	8,2 kg/m <sup>2</sup>
da 1.201 a 2.000 mm	12/10 mm	9,8 kg/m <sup>2</sup>
oltre 2.000 mm	15/10 mm	12,0 kg/m <sup>2</sup>

Non concorrono a costituire lunghezza e quindi peso gli oneri derivanti da staffe, mensole, tiranti, rinforzi, ribordature, flange, pezzi speciali quali curve, riduzioni, deflettori, captatori, sfridi di lavorazione. Tali oneri si intendono compensati nei prezzi unitari.

Nei prezzi unitari si intende compensato inoltre l'onere per la verniciatura delle staffe, delle mensole, dei supporti, dei profilati in genere di sostegno ed ancoraggio delle canalizzazioni.

La verniciatura deve essere effettuata conformemente alle indicazioni contenute nell'apposito capitolo relativo alla descrizione tecnica dei materiali.

#### Canali a sezione circolare in lamiera zincata, tipo spiroidale

Valgono gli stessi metodi di misura esposti per i canali a sezione rettangolare, con le superfici determinate in base al diametro nominale.

Le superfici così determinate, senza alcuna maggiorazione, concorrono alla formazione del peso mediante l'applicazione dei seguenti pesi convenzionali, comprensivi della zincatura:

Diametro del canale	Spessore della lamiera	Peso conv.
fino a 80 mm	4/10 mm	4,8 kg/m <sup>2</sup>
da 81 a 250 mm	6/10 mm	5,8 kg/m <sup>2</sup>
da 251 a 500 mm	8/10 mm	7,6 kg/m <sup>2</sup>
da 501 a 800 mm	10/10 mm	9,9 kg/m <sup>2</sup>
da 801 a 1.250 mm	12/10 mm	12,0 kg/m <sup>2</sup>
oltre 1.251 mm	15/10 mm	14,5 kg/m <sup>2</sup>

Non concorrono a costituire lunghezza e quindi peso gli oneri derivanti da staffe, mensole, tiranti, rinforzi, ribordature, flange, pezzi speciali quali curve, riduzioni, deflettori, captatori, sfridi di lavorazione. Tali oneri si intendono compensati nei prezzi unitari.

Nei prezzi unitari si intende compensato inoltre l'onere per la verniciatura delle staffe, delle men-sole, dei supporti, dei profilati in genere di sostegno ed ancoraggio delle canalizzazioni.

La verniciatura deve essere effettuata conformemente alle indicazioni contenute nell'apposito capitolo relativo alla descrizione tecnica dei materiali.

#### Canalizzazioni circolari flessibili

Sono valutate a metro lineare, misurando l'effettivo sviluppo in opera, lungo l'asse. Non concorrono a costituire lunghezza gli oneri derivanti da sistemi di sostegno, fascette stringitubo, sfridi di lavorazione. Tali oneri si intendono compensati nei prezzi unitari.

Nei prezzi unitari si intende compensato inoltre l'onere per la verniciatura delle staffe, delle men-sole, dei supporti, dei profilati in genere di sostegno ed ancoraggio delle canalizzazioni.

La verniciatura deve essere effettuata conformemente alle indicazioni contenute nell'apposito capitolo relativo alla descrizione tecnica dei materiali.

### 5.4 RIVESTIMENTI ISOLANTI

#### Rivestimento isolante per tubazioni

E' valutato a metro quadrato, con misure in opera della superficie esterna in base ai criteri sotto indicati:

- lunghezza delle tubazioni valutata in asse;
- incremento del diametro esterno delle tubazioni di una quantità pari a due volte lo spessore teorico del solo materiale isolante.

Non concorrono a costituire lunghezza e quindi superficie gli oneri derivanti da pezzi speciali in genere e dagli sfridi di lavorazione. Tali oneri si intendono compensati nei prezzi unitari.

#### Rivestimento isolante per canali

E' valutato a metro quadrato con misure in opera della superficie esterna, in base ai criteri sotto indicati:

- superficie dei canali valutata con i criteri esposti alla voce relativa;
- incremento del diametro (per canali circolari) o delle dimensioni dei lati (per canali rettangolari) di una quantità pari a due volte lo spessore teorico del solo materiale isolante.

Non concorrono a costituire lunghezza e quindi superficie gli oneri derivanti da pezzi speciali in genere e dagli sfridi di lavorazione. Tali oneri si intendono compensati nei prezzi unitari.

#### Rivestimento isolante per valvolame e coclee elettropompe

E' valutato a numero, secondo le caratteristiche costruttive richieste e, per il valvolame, in funzione del relativo diametro nominale. Il prezzo unitario comprende ogni onere per dare il lavoro finito.

## 5.5 VERNICIATURE

Sono valutate a metro quadrato, sulla base delle superfici esterne di tubazioni o canali dedotte con i criteri esposti alle voci relative, senza alcuna maggiorazione.

Non concorre a formare superficie la verniciatura di staffe, sostegni, flange, rinforzi, tiranti e simili.

Tali oneri si intendono compensati nei prezzi unitari.

In funzione del luogo di posa delle canalizzazioni o tubazioni, la verniciatura deve essere conforme alle indicazioni contenute nell'apposito capitolo relativo alla descrizione tecnica dei materiali.

## 5.6 VALVOLAME

E' valutato a numero, secondo le caratteristiche e dimensioni richieste.

Si intende flangiato il valvolame per il quale il diametro nominale è espresso in millimetri.

Qualora il diametro nominale sia espresso in pollici, gli attacchi si intendono filettati.

Le controflange, i bulloni, le guarnizioni, i raccordi a tre pezzi, i materiali di tenuta in genere sono compresi nel prezzo.

Il prezzo unitario compensa pure l'onere per la verniciatura aggrappante e successiva mano di smalto sul volantino o sulla leva di comando nel caso in cui i suddetti siano in materiale ferroso o in lega leggera.

## 5.7 ELETTROPOMPE

Sono valutate a numero, sulla base delle caratteristiche costruttive e delle prestazioni richieste.

La scelta del punto di funzionamento sulle curve caratteristiche è oggetto di approvazione, onde verificarne le condizioni di rendimento ottimale.

Le prevalenze delle elettropompe devono essere verificate e adeguate agli effettivi percorsi delle reti e alle apparecchiature adottate.

## 5.8 RADIATORI

Sono valutati ad elemento, sulla base dell'altezza e del numero di colonne

Il prezzo è da intendersi comprensivo degli oneri derivanti dai nippli, tappi, mensolame e verniciatura a smalto.

## 5.9 BOCCHETTE, GRIGLIE, DIFFUSORI, SERRANDE

Sono valutati a numero in funzione della tipologia e delle caratteristiche dimensionali.

A seconda delle varie tipologie, le caratteristiche dimensionali possono essere:

- area libera per le bocchette di mandata, le bocchette di ripresa, le griglie di transito, i diffusori rettangolari;
- area frontale per le serrande di taratura, le serrande tagliafuoco, le griglie di presa aria esterna, le griglie di espulsione;
- diametro al collo per i diffusori circolari e le valvole di aspirazione;
- lunghezza e numero di feritoie per i diffusori lineari.

Nel caso in cui le caratteristiche dimensionali siano costituite o dall'area libera o dall'area frontale o dalla lunghezza abbinata al numero di feritoie, uno stesso prezzo unitario copre una gamma ben definita di tali valori.

Le caratteristiche dimensionali si desumono dai cataloghi dei costruttori, ove la dicitura "area libera" è sinonimo di "area effettiva" o dicitura concettualmente equivalente e l'area frontale è valutata in base alle dimensioni nominali del pezzo.

Nei singoli prezzi sono compresi gli oneri derivanti dai controtelai, controflange e minuteria di completamento.

## 5.10 APPARECCHIATURE VARIE

Sono valutate a numero in funzione delle rispettive caratteristiche costruttive e prestazionali.

Il prezzo unitario è comprensivo degli accessori e prestazioni a completamento per gli allacciamenti alle reti impiantistiche a monte ed a valle e della minuteria necessaria alla completezza della posa in opera ed al corretto funzionamento.

Rientrano nella dicitura "apparecchiature varie" componenti impiantistici quali: gruppi refrigeratori d'acqua, unità di trattamento aria, ventilconvettori, estrattori, strumenti di misura/sicurezza, apparecchiature per la regolazione automatica, apparecchi sanitari, scaldia acqua, rubinetterie sanitarie, attrezzature antincendio, apparecchiature di trattamento acqua, cartellonistica di sicurezza, unità periferiche e simili.

Le prevalenze dei ventilatori e delle elettropompe devono essere adeguate agli effettivi percorsi delle reti e alle apparecchiature adottate.

Nella formulazione del prezzo delle unità di trattamento aria si deve tener conto che tutti i motori per serranda, in caso di mancanza di rete di alimentazione, devono portarsi in posizione di chiusura con molla di ritorno.

Per i silenziatori, le caratteristiche di smorzamento vanno verificate per le frequenze nominali delle bande d'ottava da 63 a 8.000 Hz per soddisfare i livelli ammessi in ambiente a partire dalle effettive emissioni delle apparecchiature adottate.

## 5.11 COMPLESSI DI ACCESSORI DI COMPLETAMENTO

Sono voci di computo poste in genere alla fine dei capitoli riguardanti le centrali e le distribuzioni idriche o aerauliche.

La valutazione è a corpo e si intende in generale compensare forfettariamente materiali e prestazioni per:

- scarichi, ove occorrente convogliati, di tutte le apparecchiature e reti;
- sfiati aria nei punti alti;
- reti di raccolta scarichi e sfiati;
- frecce, fasce colorate e targhette indicatrici su canali, tubi e componenti vari;
- cartellonistica di allarme e segnalazione conforme alle normative;
- minuterie varie a completamento.

## 8.2 CABINE ELETTRICHE DI TRASFORMAZIONE

Le apparecchiature quali:

- scomparti di MT;
- trasformatori;
- soccorritore;
- apparecchiature ed accessori a completamento,

sono contabilizzati per numero.

L'importo è comprensivo di apparecchiature come da schemi ed elaborati di progetto, morsettiere, materiale di cablaggio, connessioni alle linee in arrivo ed in partenza, materiali vari e accessori per l'esecuzione dei collegamenti.

## 8.3 QUADRI ELETTRICI

I quadri elettrici quali:

- quadro principale di distribuzione BT completo di rifasamento;
- quadri secondari di distribuzione BT;
- quadretti emergenza con pulsante sotto vetro;
- interruttori antinfortunistici in cassetta di lega leggera,

sono contabilizzati per numero.

L'importo è comprensivo di apparecchiature come da schemi ed elaborati di progetto, morsettiere, materiale di cablaggio, connessioni alle linee in arrivo ed in partenza, materiali vari e accessori per l'esecuzione dei collegamenti.

#### 8.4 SORGENTI AUTONOME DI ENERGIA

Le sorgenti autonome di energia quali:

- gruppi elettrogeni;
- gruppi statici di continuità;
- batterie di accumulatori,

sono contabilizzate per numero.

L'importo è comprensivo di apparecchiature come da schemi ed elaborati di progetto, morsettiere, batterie autonome di energia, materiali vari e accessori per l'esecuzione dei collegamenti.

#### 8.5 PASSERELLE, SCALE PORTACAVI, TUBI PROTETTIVI, SCATOLE E CASSETTE

Le vie cavi quali:

- passerelle e scale portacavi;
- tubazioni in materiale plastico;
- cavidotti interrati,

sono contabilizzate a metro lineare seguendo lo sviluppo reale della simbologia in pianta. Tali quantità vengono poi aumentate del 5% per tener conto degli spostamenti verticali sulle pareti ai piani.

Per quanto riguarda la distribuzione all'interno dei cavedi verticali, le vie cavi sono contabilizzate considerando la reale altezza del piano (vedere sezioni di piano).

L'importo è comprensivo di sfridi di lavorazione e accessori.

Le cassette di derivazione quali:

- cassette di derivazione da incasso e in vista in materiale plastico,

sono contabilizzate per numero.

L'importo è comprensivo di morsettiere, materiali vari e accessori necessari all'esecuzione dei collegamenti.

Tutti i materiali e componenti impiegati devono essere con Marchio Italiano di Qualità (IMQ), ove applicabile, ed autoestinguenti.

#### 8.6 CAVI E CONDUTTORI

I cavi quali:

- cavi di MT;

- cavi senza guaina di BT;
- cavi con guaina di BT;
- cavi speciali;
- condotti sbarre,

sono contabilizzati a metro lineare seguendo lo sviluppo reale della simbologia in pianta dal punto di partenza (di solito il quadro elettrico) fino alla fine della distribuzione secondaria (il collegamento tra distribuzione secondaria ed utenza è contabilizzato nel punto di alimentazione, punto luce, punto prese, ecc.).

Tali quantità vengono poi aumentate del 5% per tener conto degli spostamenti verticali sulle pareti ai piani.

Per quanto riguarda la distribuzione all'interno dei cavedi verticali, i cavi sono contabilizzati considerando la reale altezza del piano (vedere sezioni di piano).

L'importo è comprensivo di sfridi di lavorazione e accessori.

Nel prezzo dei binari elettrificati e dei condotti sbarra sono sempre compresi i pezzi speciali, le curve, gli accessori e tutte le apparecchiature necessarie alla corretta installazione delle apparecchiature.

Nei prezzi dei conduttori è sempre escluso l'onere per la formazione del terminale e la fornitura di eventuale capocorda con il relativo collegamento ad apparecchiature o morsettiere.

Tale onere è compreso nel prezzo dell'apparecchiatura collegata.

I cavi devono essere con Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

## 8.7 DERIVAZIONE TERMINALI LUCE E COMANDI

Le derivazioni terminali luce e comandi quali:

- punti luce;
- punti di comando,

sono contabilizzati per numero.

L'importo è comprensivo di tubazioni, scatole, morsetti, scatole portafrutto complete di placca e supporti, apparecchiature di comando, conduttori e accessori.

Si considerano derivazioni tutti i punti di alimentazione ai terminali luce e comandi dalla distribuzione secondaria indipendentemente dalla distanza da questa (prezzo medio fra le varie lunghezze).

## 8.8 DERIVAZIONI TERMINALI UTENZE FM

Le derivazioni terminali utenze FM quali:

- punti di alimentazione;

- gruppi prese a parete e/o pavimento;
- punti prese;
- quadretti laboratori,

sono contabilizzati per numero.

L'importo è comprensivo di tubazioni, scatole, morsetti, scatole portafrutto complete di placca e supporti, apparecchiature di utilizzazione conduttori e accessori.

Si considerano derivazioni tutti i punti di alimentazione ai terminali luce e comandi dalla distribuzione secondaria indipendentemente dalla distanza da questa (prezzo medio fra le varie lunghezze).

## 8.9 APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

Gli apparecchi illuminanti quali:

- apparecchi in vista;
- apparecchi da incasso;
- proiettori;
- armature,

sono contabilizzati per numero.

I corpi illuminanti sono completi di lampada ed equipaggiamento elettrico (reattori, condensatori, starter, fusibili, ecc.).

È sempre compreso l'onere per il fissaggio di detti corpi illuminanti a strutture di supporto in genere.

## 8.10 IMPIANTI E MATERIALI DI PROTEZIONE

I materiali di protezione, quali:

- piatto in acciaio zincato per dispersore di terra;
- conduttori equipotenziali,

sono contabilizzati a metro di sviluppo lineare.

L'importo è comprensivo di sfridi di lavorazione e accessori.

I materiali di protezione, quali:

- collettore di terra;
- collegamenti vari;
- collegamenti equipotenziali;
- sezionatori di terra;

sono contabilizzati per numero.

L'importo è comprensivo di materiali e accessori per i collegamenti.

## **6. REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI**

### **6.1 NORME GENERALI**

Tutti i materiali impiegati dovranno essere di primaria qualità, inoltre dovranno rispondere alle norme UNI e CEI nonché alle altre norme e prescrizioni richiamate nei documenti di progetto.

Resta comunque stabilito che tutti i materiali, componenti e le loro parti, opere e manufatti, devono risultare rispondenti alle norme emanate dai vari organi, enti ed associazioni che ne abbiano titolo, in vigore al momento dell'aggiudicazione dei lavori o che vengano emanate prima dell'ultimazione dei lavori stessi.

Tutti i materiali, i componenti e gli accessori di fornitura dell'A.L. dovranno essere provvisti di marchio CE e sottoposti all'approvazione della D.L.

### **6.2 MODALITA' DI APPROVAZIONE DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI**

L'A.L. è tenuta a predisporre una serie di documenti relativi alla fase di approvazione dei componenti mediante opportune schede di approvazione.

Tali schede dovranno essere utilizzare come strumento di controllo dell'iter di approvazione dei materiali e dei componenti degli impianti. Le schede saranno composte secondo l'esempio fornito e dovranno contenere le seguenti informazioni:

- dati identificativi del lavoro/commissa in oggetto;
- data e numero identificativo della scheda di approvazione;
- dati utili all'identificazione univoca del materiale/componente oggetto della richiesta di approvazione, con riferimenti univoci e precisi ai documenti di progetto;
- dati del materiale proposto dall'impresa/assuntore dei lavori, con riferimenti univoci e precisi ai documenti forniti in allegato;
- schede tecniche, dati prestazionali, dichiarazioni di conformità, relazioni di calcolo, documenti di trasporto ed eventuali altri allegati necessari all'approvazione del componente;
- campo firme per avvenuta ricezione dei documenti da approvare;
- spazio per la registrazione dell'esito dell'approvazione e gli eventuali commenti da parte della D.L/D.O.;

La procedura da seguire per la corretta esecuzione delle operazioni di approvazione dei componenti e dei materiali prevede che:

- l'impresa fornisca alla D.L/D.O. una scheda di approvazione secondo l'esempio fornito, completo di ogni sua parte, con data e firma del responsabile dell'impresa. La scheda dovrà contenere i riferimenti al capitolato speciale d'appalto, i dati del componente che si intende far approvare, gli eventuali discostamenti rispetto la voce di capitolato e la scheda tecnica completa del componente da approvare;
- tutti i dati dovranno essere presentati e riepilogati in maniera da risultare di immediata comprensione al fine di facilitare le operazioni di valutazione e approvazione del componente. Particolare cura dovrà essere riposta nel presentare riferimenti immediati ed univoci ai dati prestazionali del componente da confrontare con i dati presenti nei documenti di progetto: le schede tecniche, le relazioni di calcolo fornite, gli eventuali allegati necessari, dovranno tutti rimandare in maniera precisa ed univoca ai dati così come identificati nei documenti di progetto;
- la D.L/D.O. controfirma per ricevuta la scheda di approvazione con gli allegati, e dopo aver effettuato le necessarie verifiche procede con la restituzione della scheda compilata nelle parti di sua competenza;
- la scheda del campione approvato, completa di tutte le necessarie integrazioni, viene restituita all'impresa completa di data e firma. In caso di mancata approvazione o di richiesta di integrazioni alla scheda di approvazione del componente sarà cura dell'impresa conservare la copia non approvata ed emettere una nuova scheda di approvazione completa in ogni sua parte. Particolare attenzione dovrà essere riposta nell'identificazione univoca delle schede mediante codici, al fine di facilitare le operazioni di verifica e di archiviazione delle schede tecniche;
- sarà cura dell'impresa, infine, restituire l'originale di tutte le schede di approvazione (approvate e non) firmate alla D.L/D.O. per l'archiviazione presso gli uffici di competenza. Inoltre, una copia dell'originale dovrà essere custodita presso gli uffici di cantiere e resa disponibile ai responsabili interessati alle operazioni di collaudo.

### 6.3 CAMPIONATURE

E' previsto che l'A.L. durante il corso di esecuzione delle opere nel rispetto del cronoprogramma generale fornisca la campionatura dei seguenti componenti in modo coordinato con le parti architettoniche realizzando un prototipo in opera delle seguenti installazioni:

- pannelli radianti a soffitto;
- radiatori;
- ventilconvettori;
- sistema VMC;
- terminali di diffusione ed estrazione aria.
- serie modulari da incasso e da esterno per punti di comando e prese;
- corpi illuminanti di qualunque tipologia;

- torrette prese;
- ispezioni;
- reti in vista su pareti o su elementi strutturali;
- carpenteria quadri elettrici secondari.

La D.L. potrà, a sua discrezione e senza alcun onere aggiunto per l'A.L., richiedere la campionatura di altri componenti aventi dei requisiti tecnici e/o estetici particolari.

In fase di esecuzione dei lavori è richiesto che l'A.L. realizzi un mockup completo dell'impianto VMC di un alloggio in modo da poter realizzare le misure acustiche preliminari ai fini della verifica di rispondenza ai limiti di rumorosità indicati dal presente capitolato. In caso di mancata rispondenza l'A.L. dovrà adottare le soluzioni da adottare (compreso il cambio delle tipologie di macchine) ai fini della individuazione della soluzione rispondente alle richieste progettuali. Tutte le attività di cui sono a carico dell'A.L. senza alcun onere aggiuntivo per il C.L.

#### **6.4 MATERIALI IN CANTIERE**

Prima del loro arrivo in cantiere tutti i materiali, le apparecchiature ed i componenti da impiegare nell'esecuzione degli impianti devono essere approvati dalla D.L. che ne verifica la rispondenza al verbale e alle prescrizioni contrattuali.

L'A.L. è tenuto a raccogliere e consegnare alla D.L. le bolle di consegna e le dichiarazioni di conformità di prodotto del produttore per ogni materiale introdotto in cantiere con particolare riferimento. Copia di tali documenti dovranno altresì essere allegati alle relative schede tecniche approvate affinché, per ogni materiale, siano disponibili approvazioni, certificazioni, dichiarazioni di conformità e quantità consegnate.

L'approvazione da parte della D.L. nulla toglie alla responsabilità dell'A.L. sull'esecuzione dei lavori, sulla rispondenza delle opere eseguite alle norme contrattuali e sul buon funzionamento degli impianti.

La D.L. ha la facoltà di rifiutare quei materiali o componenti, o apparecchiature che, anche se già posti in opera, non abbiano ottenuto l'approvazione di cui sopra o non rispondano alle norme contrattuali.

La D.L. può pertanto a suo insindacabile giudizio ordinare la sostituzione degli impianti non conformi, restando inteso che tutte le spese per tale sostituzione sono a carico dell'A.L..

#### **6.5 OPERE DA RICOPRIRE**

L'A.L. deve dare piena opportunità alla D.L. di verificare, misurare e prevedere qualsiasi opera prima che sia ricoperta o comunque posta fuori vista, notificandolo per iscritto almeno con 48 ore di anticipo.

La D.L. darà corso alla verifica, misura e prova, a meno che notifichi all'A.L. di non considerarlo necessario.

## 7. MODALITA' DI PROVA E COLLAUDO

### 7.1 DOCUMENTAZIONE

A lavori ultimati, in coincidenza con la consegna provvisoria degli impianti e quindi prima del rilascio del Certificato di Ultimazione Lavori, l'A.L. deve fornire la documentazione finale qui sotto elencata. La mancata consegna di tale documentazione rende l'A.L. responsabile per i conseguenti ritardi che vi possano essere rispetto al Programma Lavori. Tutta la documentazione sotto elencata deve essere consegnata (se non diversamente indicato) in n. 3 copie cartacee e informatiche.

#### Disegni finali

I disegni finali di cantiere dovranno essere aggiornati e perfettamente corrispondenti agli impianti realizzati, con l'indicazione del tipo e delle marche di tutte le apparecchiature, componenti e materiali installati. Particolare cura va riservata al posizionamento esatto, in piante e nelle sezioni, degli impianti.

#### Manuali d'uso e manutenzione

Al loro interno dovranno essere descritte tutte le norme, le istruzioni per la conduzione e la manutenzione degli impianti e delle singole apparecchiature, secondo le istruzioni date dalla D.L.. La redazione deve essere in lingua italiana.

Si vuole qui precisare che non si tratta di generiche informazioni, ma precise documentazioni di ogni apparecchiatura con fotografie, disegni, schemi ed istruzioni per messa in marcia, funzionamento, manutenzione, smontaggio, installazione e taratura.

Tutto ciò perfettamente ordinato, con un indice preciso ed analitico per l'individuazione rapida delle apparecchiature ricercate.

#### Schemi

In ogni centrale, sottocentrale e locale tecnico va fornito ed installato a parete un pannello plastificato con gli schemi delle relative apparecchiature ed impianti. Tipo e caratteristiche dei pannelli sono da concordare con la D.L.. Qualora non fosse possibile installare disegni su pannelli, vanno forniti entro robuste cartelle di plastica. Questi disegni sono da considerarsi in aggiunta a quelli precedentemente richiesti.

#### Liste ricambi, materiali di consumo ed attrezzi

- una lista completa delle parti di ricambio consigliate per un periodo di conduzione di due anni, con la precisa indicazione di marche, numero di catalogo, tipo e riferimento ai

disegni. Accanto al nome di ogni singola ditta fornitrice di materiali deve essere riportato indirizzo, numero di telefono, e.mail e fax, al fine di reperire speditamente le eventuali parti di ricambio;

- una lista completa di materiali di consumo, quali oli, grassi, gas, ecc. con precisa indicazione di marca, tipo e caratteristiche tecniche;
- una lista completa di attrezzi, utensili e dotazioni di rispetto necessari alla conduzione ed ordinaria manutenzione, ivi inclusi eventuali attrezzi speciali per il montaggio e smontaggio degli impianti.

### Nulla osta

Nulla osta degli Enti preposti alla operatività degli impianti.

### Dichiarazioni di conformità

Le dichiarazioni di conformità degli impianti realizzati in accordo alle prescrizioni della vigente legislazione e normativa tecnica.

## **7.2 VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA E FINALI**

Durante e dopo l'esecuzione dei lavori si effettueranno le verifiche e le prove di seguito descritte, eseguite alla presenza della D.L. e del Collaudatore Funzionale nominato dal C.L., atte rendere gli impianti perfettamente funzionanti compreso il bilanciamento dei circuiti d'acqua, il bilanciamento delle distribuzioni dell'aria e relativa taratura, la taratura delle regolazioni, nonché il funzionamento di tutte le apparecchiature alle condizioni previste.

Tutte le verifiche e prove devono essere fatte a cura dell'A.L. in contraddittorio con la D.L., alla presenza del Collaudatore Funzionale (ove nominato) e della Commissione di Collaudo in corso d'opera (ove nominata). Il Collaudatore Funzionale, nominato dal Committente, affiancherà in corso d'opera il D.L. presenziando alle verifiche e prove da egli indicate o chiedendone lui stesso di integrative ove ritenute necessarie. Il Collaudatore Funzionale, in fase di collaudo definitivo, fornirà al Collaudatore Tecnico Amministrativo (ove nominato) tutti gli esiti delle verifiche e prove funzionali sulla base delle quali potrà essere emesso il certificato di collaudo (o il certificato di regolare esecuzione a cura della D.L. in assenza di Collaudatore).

**L'emissione del collaudo o del certificato di regolare esecuzione è condizionata alla accettazione e presa in consegna da parte della società di conduzione dei nuovi impianti realizzati.**

Gli oneri per tutte le verifiche e prove sono inclusi nei prezzi unitari delle singole apparecchiature. Dette verifiche dovranno comunque essere terminate prima della stesura del verbale di fine lavori e comprenderanno sicuramente:

- 1) Verifica che il materiale costituente la fornitura corrisponda quantitativamente e qualitativamente alle prescrizioni contrattuali.
- 2) Prova idraulica a freddo delle reti idriche, effettuata prima dell'applicazione del coibente, eventualmente anche man mano che si esegue l'impianto ed in ogni caso ad impianto

ultimato, ad una pressione di 1,5 volte superiore alla massima pressione di esercizio e comunque non inferiore a 6 bar, mantenendo tale pressione per almeno 24 ore, onde accertarsi della perfetta tenuta delle giunzioni. Tutte le tubazioni in prova, complete di valvole rubinetti o altri organi di intercettazione mantenuti in posizione "aperta", devono avere le estremità chiuse con tappi a vite o flange, in modo da costituire un circuito chiuso; dopo aver riempito il circuito stesso, si sottopone a pressione la rete o parte di essa a mezzo di una pompa idraulica munita di manometro, inserita in un punto qualunque del circuito. Si riterrà positiva la prova quando non si verificano fughe e/o deformazioni permanenti.

- 3) Prova preliminare di tenuta a caldo e di dilatazione per controllare gli effetti della dilatazione delle condutture dell'impianto, portando la temperatura al valore massimo di progetto e mantenendola tale per tutto il tempo occorrente ad una accurata ispezione dell'intera rete di distribuzione dei circuiti di centrale. Il controllo avrà inizio quando il complesso degli impianti avrà raggiunto lo stato di regime della temperatura indicata. Il risultato della prova sarà favorevole solo quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti ed i vasi di espansione siano tali da contenere con largo margine di sicurezza le variazioni del volume d'acqua dell'impianto.
- 4) Prova preliminare della circolazione dell'acqua da effettuarsi portando la temperatura dell'acqua in partenza dai collettori alle temperature di progetto. Si riterrà positivo l'esito della prova quando tutti i terminali scaldanti e refrigeranti riceveranno l'acqua in arrivo alla dovuta temperatura, quantità e pressione.
- 5) Prova di tutte le apparecchiature soggette a verifiche da parte dell'I.S.P.E.S.L. L'esito si ritiene positivo quando corrisponde alle prescrizioni dell'Ente citato.
- 6) Prove in fabbrica ove richieste dal progettista per la verifica delle prestazioni dei principali componenti impiantistici.
- 7) Prove di tenuta dei canali dell'aria. Tali prove saranno eseguite progressivamente per i vari tratti di canali in conformità a quanto stabilito dalle norme UNI e in accordo con le procedure concordate con la DL. La strumentazione fornita dall'A.L. dovrà essere in grado di emettere, all'atto della misurazione, la stampa del report con gli esiti della misurazione e della classe di tenuta verificata.
- 8) Prova di funzionamento delle unità di trattamento aria e dei ventilatori per un periodo sufficiente onde consentire il bilanciamento dell'impianto e l'eliminazione di sporcizia e polvere all'interno dei canali e delle apparecchiature. Tale operazione dovrà essere eseguita prima della posa di diffusori e bocchette, utilizzando filtri provvisori che si intendono a carico dell' A.L.
- 9) Misurazione a regime della portata d'aria nei canali ed alle bocche di presa aria esterna, taratura dei vari diffusori di mandata e ripresa aria ai valori progetto.
- 10) Verifica di buon funzionamento di tutti gli organi di regolazione e la correttezza dei collegamenti, per tutti i sistemi di regolazione, a prescindere dalla disponibilità o meno dei fluidi termovettori.
- 11) Misura dei livelli sonori massimi ammessi nei vari locali e nei vari regimi di funzionamento, con lettura sul fonometro in scala A, eseguite con tutti gli impianti funzionanti. Tali livelli si intendono prodotti sia dalle apparecchiature installate all'interno, sia da quelle, sempre inerenti agli impianti, installate all'esterno dell'ambiente ove vengono fatte le misure. La misura deve essere eseguita in presenza di livello sonoro

di fondo (ottenuto con misurazioni, nei medesimi locali controllati, con tutti gli impianti fermi ad ambienti senza attività) inferiore di almeno 3 dBA rispetto ai massimi livelli sonori ammessi per gli impianti. Le misure acustiche per i locali in genere devono essere eseguite al centro del locale per singoli ambienti, ed in 4 punti diversi per i saloni, ad un'altezza di m 1,20 dal pavimento e ad una distanza in pianta di 1 m dalle sorgenti interne di rumore. Le misure, da eseguirsi comunque con ambienti arredati e durante le ore diurne, sono:

- misure di rumorosità interna in tutti gli ambienti ad uso abitativo adiacenti i locali tecnici;
- misure di rumorosità interna agli ambienti climatizzati per ciascuna tipologia di destinazione d'uso in relazione ai limiti massimi accettabili di cui al presente capitolato (indicativamente 5 misure);
- misura di rumorosità esterna in corrispondenza dei ricettori sensibili ad impianti spenti (rumore di fondo) e accesi, in regime diurno e notturno, in accordo con la documentazione in atti e allegata al progetto;
- misura di caratterizzazione della rumorosità delle sorgenti sonore (impianti) all'interno dei locali tecnici e in esterno.

12) Verifiche in officina: vengono effettuate alla presenza della D.L. ed hanno per oggetto la verifica dello stato di avanzamento delle forniture, con possibilità di collaudo di alcuni componenti. I responsabili dell' C.L. e la D.L. deve godere di libero accesso alle officine dell'A.L. e dei suoi subfornitori. Le verifiche in officina interessano principalmente l'assemblaggio di parti di impianto prefabbricate. Per i materiali e le apparecchiature sottoposti a collaudo da parte di Enti ufficiali devono essere forniti i certificati.

13) Prove in fabbrica: vengono effettuate alla presenza di responsabili dell'A.L., sui prodotti finiti. In particolare vengono provati presso le officine dei costruttori, sottoponendoli alle prove di accettazione previste dalle Norme ISPEL, UNI e CEI, i seguenti componenti (elenco avente carattere indicativo e non esaustivo):

- quadri di media tensione;
- quadri di bassa tensione;
- trasformatori;
- gruppi di continuità;
- gruppi elettrogeni;
- inverter conversione c.c./c.a.;
- moduli fotovoltaici.

Devono essere redatti i verbali dei collaudi eseguiti, contenenti le indicazioni sulle modalità di esecuzione, sui risultati ottenuti e sulla rispondenza alle prescrizioni del capitolato. I verbali devono essere consegnati al termine delle verifiche e prove.

14) Prove e verifiche sugli impianti: sono prove e verifiche che devono accertare la rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge, alle Norme CEI e a tutto quanto richiesto negli elaborati di appalto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in corso d'opera, sia per quanto riguarda l'efficienza delle singole parti che la loro installazione. Le prove e verifiche da eseguire sono (elenco esemplificativo e non esaustivo):

a) protezioni: verifica della loro adeguatezza e del loro coordinamento; misura delle impedenze dell'anello di guasto.

b) sicurezza: verifica di tutto l'impianto di terra; misura della resistenza dell'impianto di dispersione; verifica della inaccessibilità di parti sotto tensione salvo l'impiego di utensili; verifica dell'efficienza delle prese di terra degli utilizzatori; verifica dei collegamenti equipotenziali; verifica dei livelli di isolamento; verifica di funzionamento dei dispositivi differenziali; misura e verifica delle tensioni di passo e di contatto, se necessario.

c) conduttori: verifica dei percorsi, della sfilabilità e del coefficiente di riempimento, delle portate e delle cadute di tensione; prova di isolamento dei cavi fra fase e fase e tra fase e terra in cantiere; verifica delle sezioni dei conduttori in funzione dei livelli di corto circuito; analisi termografica dei condotti sbarre.

d) quadri: prova di isolamento prima della messa in servizio; prova di funzionamento di tutte le apparecchiature, degli interblocchi e degli automatismi.

e) impianti di terra e parafulmine: verifica dell'efficienza dell'impianto; misura della resistenza verso terra dell'impianto.

f) impianto fotovoltaico: prove di prestazione elettrica del sistema.

Per i gruppi di continuità e per i gruppi elettrogeni, in particolare, devono essere effettuate le seguenti prove e verifiche:

## a) Gruppi di continuità:

- esame a vista, con controllo delle apparecchiature e delle loro connessioni controllo delle sicurezze;
- controllo della tensione in uscita a pieno carico, con variazioni della tensione in ingresso del  $\pm 10\%$ ;
- verifica dell'andamento della tensione in uscita al variare del carico, equilibrato e squilibrato;
- misura del fattore di potenza verso rete in ogni condizione di carico;
- rilevamento del contenuto di armoniche nella corrente assorbita ed erogata al carico;
- controllo del rendimento del sistema, dai morsetti di ingresso ai morsetti di uscita, compresa autoventilazione, a diversi valori del carico (25 50 75 100%) ed a diversi  $\cos\phi$ ;
- controllo del funzionamento del by-pass;
- verifica protezioni di massima corrente e loro selettività;
- misura della stabilità in frequenza;
- misure di sovraccarico di breve o lunga durata;
- verifica della capacità di sovraccarico del gruppo nel tempo;
- controllo della capacità di ricarica delle batterie da parte del raddrizzatore e verifica del ciclo di carica;
- verifica dell'ondulazione residua della tensione di batteria;
- verifica funzionale dei teleallarmi e dei telecomandi;
- controllo delle operazioni di manutenzione (accessibilità dalle pareti e facilità di intervento).

## b) Gruppi elettrogeni

- avviamento a vuoto del gruppo con simulazione della mancanza e del successivo ritorno di rete;
- avviamento a carico del gruppo, a diversi livelli di carico nominale 25 50 75 %;
- simulazione della mancanza e del successivo ritorno della rete, con carico inserito;
- verifica di funzionamento dell'impianto gasolio;
- misura della rumorosità;
- verifica dell'efficacia delle protezioni, per l'arresto di emergenza;
- misura e registrazione della corrente, della tensione e della frequenza in regime stazionario e con carico variabile;
- messa in parallelo di più gruppi (se previsti), con passaggio del carico su una sola macchina e successivo ripristino del parallelo;

- controllo dei tempi di avviamento e di spegnimento del motore dopo il ritorno della rete;
  - controllo di tutti i dispositivi di commutazione e delle sequenze di inserimento dei carichi;
  - rilievo dei consumi di carburante.
- 15) Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dei circuiti e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione. Occorre verificare che:
- tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni indicate nella documentazione di appalto e al tipo di posa, alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo e/o in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali;
  - il dimensionamento dei cavi e conduttori sia realizzato in base alle portate indicate nelle tabelle CEI UNEL;
  - tutti i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione.
- 16) Verifica della sfilabilità dei cavi: la verifica consiste nell'estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compresi tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non provochi danneggiamenti agli stessi e sia effettuabile senza difficoltà. La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale tra il 5% e il 10% della lunghezza totale.
- 17) Misura della resistenza di isolamento: secondo normativa.
- 18) Misura delle cadute di tensione: secondo normativa.
- 19) Verifica delle protezioni contro i corto circuiti e i sovraccarichi: occorre verificare che:
- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i corto circuiti sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
  - la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia coordinata alla sezione dei conduttori protetti dagli stessi;
- 20) Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti: vanno eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra. Si devono effettuare questi interventi:
- esame a vista dei conduttori di terra e di protezione: vanno verificate le sezioni, i materiali, le modalità di posa dei conduttori stessi e delle giunzioni. Vanno inoltre controllate le condutture di protezione che assicurino il collegamento tra il conduttore di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi;

- verifiche nei locali servizi igienici della continuità del collegamento equipotenziale tra le tubazioni metalliche di adduzione e di scarico, gli apparecchi sanitari e il conduttore di protezione;
- verifica della corretta realizzazione delle mappe grafiche della workstation;
- verifica delle principali funzioni del software fornito (conteggio ore funzionamento, gestione della manutenzione, acquisizione e memorizzazione dei dati, diagnostica del sistema, trend, ecc.).

21) Prove sui condotti sbarre: è necessario prevedere un rilievo termografico realizzato con telecamera palmare a raggi infrarossi su condotti sbarre installati e caricati al 100% tramite carico fittizio. Il rilievo sarà effettuato tramite fotografie eseguite con la termocamera la dove si rilevano particolari o anomali surriscaldamenti. Sarà elaborato un report con fotografia scattata con una normale macchina fotografica, la corrispettiva scattata con la termocamera ed un commento tecnico. Tutte le giunzioni devono comunque essere verificate.

22) Prove sugli impianti fotovoltaici: le prove hanno lo scopo di accertare la rispondenza dell'impianto alle norme CEI e alla documentazione di progetto prima della messa in servizio dell'impianto. Le prove consistono nel controllare, per ciascun impianto, i seguenti punti:

- la continuità elettrica e le connessioni tra moduli (questa prova consiste nell'accertare la continuità elettrica tra i vari punti dei circuiti di stringa e fra l'eventuale parallelo delle stringhe e l'ingresso del gruppo di conversione e controllo della potenza);
- la messa a terra di masse e scaricatori: consiste nell'accertare la continuità elettrica dell'impianto di terra, a partire dal dispersore fino alle masse e masse estranee collegate;
- l'isolamento dei circuiti elettrici dalle masse: lo scopo è quello di accertare che la resistenza di isolamento dell'impianto sia adeguata ai valori prescritti dalla Norma CEI 64-8/6. La misura deve essere eseguita tra ogni conduttore attivo, oppure ciascun gruppo completo di conduttori attivi, e l'impianto di terra. Le misure devono essere eseguite in c.c. mediante strumenti di prova in grado di fornire le tensioni previste (es. 500 V c.c.) con un carico di 1mA;
- il corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico: la prova consiste nella misura della potenza generata e nella verifica delle varie modalità di funzionamento del gruppo di conversione e controllo della potenza (accensione, spegnimento, mancanza rete del distributore, ecc.). Questa prova verifica che i dispositivi siano stati installati e regolati in modo appropriato. Per la prova di accensione e spegnimento automatico dell'impianto è consigliabile intervenire sui sezionatori di stringa. È necessario verificare le funzioni di protezione di interfaccia in caso di mancanza della rete del distributore;
- il soddisfacimento delle due seguenti condizioni, in presenza di irraggiamento superiore a 600 W/m<sup>2</sup>:

$$P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I_{rr} / ISTC$$

$$P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$$

dove:

- $P_{cc}$  è la potenza (in kW) misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del 2%;
- $P_{ca}$  è la potenza attiva (in kW) misurata all'uscita del gruppo di condizionamento e controllo della potenza, con precisione migliore del 2%;
- $P_{nom}$  è la potenza nominale (in kWp) del campo fotovoltaico;
- $I_{rr}$  è l'irraggiamento (in W/m<sup>2</sup>) misurato sul piano dei moduli con precisione migliore del 3% (il valore di detta precisione deve essere debitamente documentato);
- $I_{STC}$  è pari a 1000 W/m<sup>2</sup> = irraggiamento in STC.

La condizione di cui sopra ammette quindi, per le perdite del generatore fotovoltaico, un valore complessivo massimo pari al 15% della potenza nominale dell'impianto stesso; detto limite tiene conto delle perdite ohmiche, di difetti di accoppiamento, della temperatura (fino al valore di 40 °C), della non linearità dell'efficienza dei moduli in funzione dell'irraggiamento, degli ombreggiamenti (entro il 2% massimo) e della risposta angolare. La potenza nominale ( $P_{nom}$ ) deve essere determinata come somma delle singole potenze dei moduli desunte dai rispettivi fogli di dati (rilasciati dal costruttore) dei moduli stessi. La misura della potenza  $P_{cc}$  e della potenza  $P_{ca}$  deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento ( $I_{rr}$ ) sul piano dei moduli superiore a 600 W/m<sup>2</sup>; qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli superiore a 40 °C, è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa. In questo caso dovrà essere verificata la condizione:

$$P_{cc} > (1 - P_{tpv} - 0,08) \cdot P_{nom} \cdot I_{rr} / I_{STC}$$

Ove  $P_{tpv}$  indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico, mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono state tipicamente assunte pari all'8%.

23) Esami a vista: sono da eseguirsi i seguenti esami (elenco avente carattere esemplificativo e non esaustivo):

- verifica corretta installazione macchine ed apparecchiature;
- metodi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti compresa la misura delle distanze (barriere, involucri, ecc.);
- presenza di barriere tagliafuoco o altro per impedire la propagazione del fuoco o altri effetti termici;
- scelta dei conduttori per la portata e la caduta di tensione;
- scelta e taratura dei dispositivi di protezione e di segnalazione;
- presenza e corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento o di comando;

- scelta dei componenti elettrici e delle misure di protezione idonei con riferimento alle influenze esterne;
- identificazione dei conduttori di neutro e di protezione;
- presenza di schemi, cartelli monitori e di informazioni analoghe;
- identificazione dei circuiti, dei fusibili, dei morsetti, degli interruttori, ecc.;
- idoneità connessioni dei conduttori;
- agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione;
- corretta installazione degli elementi in campo (sonde, rivelatori, ecc.).

24) Prove e misure: sono le seguenti (elenco avente carattere esemplificativo e non esaustivo):

- verifica continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari;
- misura resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;
- verifica protezione per separazione dei circuiti nel caso di sistemi SELV e PELV e nel caso di separazione elettrica;
- misura resistenza di isolamento del pavimento e delle pareti;
- verifica protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- prove di polarità;
- prova di tensione applicata;
- prove di funzionamento;
- verifica protezione contro gli effetti termici;
- prove caduta di tensione;
- prove funzionali dei sistemi speciali;
- misura assorbimento di corrente.

25) Verifica di buon funzionamento di tutti gli organi di regolazione e la correttezza dei collegamenti, per tutti i sistemi di regolazione, a prescindere dalla disponibilità o meno dei fluidi termovettori.

26) Documentazione da allegare: l'A.L. prima delle verifiche e prove ufficiali con il Collaudatore o con la D.L. deve eseguire quelle proprie per verificare la perfetta rispondenza degli impianti ai dati progettuali. L'A.L. deve pertanto predisporre tutta la documentazione relativa a tarature, prove e verifiche, con i risultati ottenuti nelle varie fasi, corredata anche da apposite schede (da definire con la D.L.), diagrammi, calcoli, curve di intervento e di tutto quanto può servire al controllo dei risultati ottenuti.

Tale documentazione può essere anche quella utilizzata per la consegna provvisoria, eventualmente integrata e completata con le messe a punto richieste dalla D.L. o con altre prove, verifiche e misure rese necessarie successivamente.

Tale documentazione deve precisare, tra l'altro, valori di illuminamento, continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziale, valori di caduta di tensione, valori di resistenza di isolamento e quanto altro necessario ai controlli in esame.

A supporto della documentazione sopraddetta deve essere consegnata una apposita serie di piante e schemi as-built (eventualmente anche in formato ridotto), con precisato sul cartiglio che tali disegni sono stati usati per le tarature, messe a punto, verifiche, prove e misure e devono contenere tutte le informazioni richieste, comprese le indicazioni dei punti di misura.

Si procede inoltre ad un esame generale e dettagliato delle opere realizzate e ad una verifica della loro conformità ai disegni di progetto e schemi di principio imposti e alle norme e regolamenti in vigore.

Nell'ambito delle prove è compito dell'A.L.:

- eseguire i collaudi ordinati dalla D.L e/o dal Collaudatore Funzionale e/o dalla Commissioning Authority;
- eseguire tutte le prove e collaudi comunque previsti nel presente documento;
- informare per iscritto la D.L., con almeno una settimana di anticipo, quando l'impianto è predisposto per le prove in corso d'opera e per le prove di funzionamento;
- sostenere le spese per i collaudi provvisori e definitivi e per le spese di trasferta per le prove in fabbrica, restando escluso solo l'onorario per il Collaudatore (ove nominato);
- sostenere le ulteriori spese qualora i collaudi si dovessero ripetere per esito negativo;
- mettere a disposizione della D.L. gli apparecchi e gli strumenti di misura e controllo e la necessaria mano d'opera per le misure e le verifiche in corso d'opera ed in fase di collaudo dei lavori eseguiti.

In particolare, per quanto attiene i collaudi funzionali, dovranno essere messe a disposizione della D.L. e dei collaudatori tutte le strumentazioni necessarie per la verifica mediante misurazioni spot o in continuo delle grandezze indicate dal collaudatore stesso quali, ad esempio:

- temperatura ed umidità relativa aria;
- temperatura acqua;
- rumorosità;
- velocità dell'aria;
- classe di tenuta delle canalizzazioni dell'aria;
- portate d'aria nei canali e nei diffusori e griglie di mandata e ripresa aria;
- fonometro.

L'A.L. dovrà predisporre i rapporti di prova di tutte le verifiche effettuate. Tali rapporti saranno composti secondo l'esempio fornito nelle pagine successive e dovranno contenere le seguenti informazioni:

- dati identificativi del lavoro/commessa in oggetto;
- data e numero identificativo del rapporto di prova;
- dati utili all'identificazione univoca del componente oggetto della prova, con riferimento ai documenti di progetto;
- dati dell'installatore responsabile della messa in opera del componente;
- dati della strumentazione utilizzata per la prova, compresi numeri di matricola degli strumenti utilizzati, per eventuali richieste di riproducibilità della prova in sede di collaudo.
- riferimento alla/e norma/e UNI o agli standard seguiti per l'esecuzione della prova e indicazione dei requisiti richiesti per il superamento della prova stessa.
- dati risultanti dall'esecuzione della prova, con indicazione chiara dei risultati ottenuti e dell'esito della prova;
- spazio per eventuali note/commenti utili ad individuare possibili problematiche riscontrate e/o necessità di ulteriori prove di accertamento;
- disegni aggiornati alla data dell'esecuzione della prova da fornire in allegato,
- immagini/foto da fornire in allegato, utili a collocare spazialmente e cronologicamente le opere oggetto della prova e a fornire testimonianza della corretta esecuzione della prova;
- campo firme per avvenuta approvazione da parte dei soggetti interessati.

La procedura da seguire per la corretta esecuzione delle prove di tenuta sulle reti e la compilazione dei rapporti di prova prevede che:

- l'impresa comunichi la data di esecuzione della prova alla D.L./D.O., entro 5 giorni lavorativi dalla data di esecuzione della stessa, al fine di poter presenziare alla prova e di darne comunicazione al responsabile del collaudo interessato;
- contestualmente all'esecuzione della prova sarà cura dell'impresa fornire tutte le informazioni utili alla compilazione dei rapporti di prova. Dovrà inoltre essere predisposto uno stralcio pianta con riferimento alle tavole di progetto, aggiornato con le più recenti modifiche (disegno as built), da poter allegare al rapporto di prova. Il disegno as built dovrà essere consegnato alla D.L./D.O. per le necessarie verifiche, ed in formato elettronico editabile per la preparazione dei rapporti di prova.
- sarà inoltre cura dell'impresa mettere a disposizione una serie di immagini/foto relative allo svolgimento della prova, utili anche a collocare spazialmente e cronologicamente le varie fasi realizzative dell'oggetto della prova. Le immagini/foto acquisite durante la prova, o in periodi diversi dall'esecuzione della prova se necessario, dovranno essere fornite alla D.L./D.O. in formato elettronico editabile per la preparazione dei rapporti di prova;

- successivamente al buon esito dell'esecuzione della prova, la D.L/D.O. si occuperà di effettuare le necessarie ulteriori verifiche e di preparare i rapporti di prova, i quali verranno trasmessi compilati in ogni parte all'impresa per la firma di accettazione;
- l'impresa avrà cura di firmare la copia originale del rapporto di prova e di riconsegnarlo alla D.L/D.O., completo di allegati e compilato in ogni sua parte, per l'archiviazione presso gli uffici della D.L/D.O.;
- sarà inoltre cura dell'impresa stampare, custodire e mettere a disposizione del responsabile del collaudo una copia completa dei rapporti di prova presso gli uffici di cantiere.

Nel periodo di collaudo fino alla consegna provvisoria l'onere di conduzione e manutenzione degli impianti e dell'addestramento del personale del C.L. è a carico dell'A.L. (con esclusione dei costi dell'energia, gas, acqua, ecc.). Dopo la consegna provvisoria l'onere della conduzione è a carico del C.L., salvo contratto specifico integrativo con l'A.L..

L'esito favorevole di prove e verifiche non esonera l'A.L. da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano i prescritti requisiti nelle opere finite. L'A.L. rimarrà l'unica responsabile delle deficienze che si risconteranno in seguito sugli impianti e ciò fino alla fine del periodo di garanzia.

### 7.3 COLLAUDO DEFINITIVO

Sarà eseguito a criterio insindacabile dal Collaudatore tecnico amministrativo, nominato dal Committente, nei tempi nei modi previsti dallo "Schema di Contratto" (nel caso non venga nominato il Collaudatore, il collaudo definitivo verrà sostituito dal certificato di regolare esecuzione da parte della D.L.).

Il collaudo definitivo avrà lo scopo di accertare:

- 1) che la sistemazione delle centrali tecniche corrisponda ai disegni esecutivi, che tutti gli impianti siano tarati e che tutte le opere di finitura (coibentazione, verniciature, etc.) siano state eseguite e che si sia provveduto agli adempimenti previsti nel progetto esecutivo e nel presente Capitolato;
- 2) che siano acquisiti e recepiti in allegato al collaudo tecnico-amministrativo gli esiti del Collaudo Funzionale eseguiti dal Collaudatore omonimo anch'esso nominato dal Committente;
- 3) che siano eseguite tutte le eventuali opere di completamento richieste dal Direttore dei Lavori e dal Collaudatore Funzionale e comunque contrattualmente previste;
- 4) che i rendimenti e le prestazioni delle apparecchiature e degli impianti forniti corrispondano (con lo scarto massimo del 2% oltre le tolleranze degli apparecchi di misura) a quelli indicati in contratto;

- 5) che il funzionamento di tutte le apparecchiature, comprese quelle di sicurezza, controllo, misura e regolazione automatica, risultino tecnicamente razionali e sufficienti allo scopo ed alle prescrizioni contrattuali;
- 6) che gli isolamenti termici ed ignifughi abbiano l'efficienza contrattuale.

Tutte le opere, le forniture e le regolazioni che risultassero in seguito a detto collaudo deficienti e non a regola d'arte, dovranno essere immediatamente riparate o sostituite a cura dell'A.L., senza alcun compenso ulteriore.

L'impresa è impegnata a fornire, in sede di collaudo, tutte le apparecchiature di prova richieste dai collaudatori e tutti gli elementi tecnici che i medesimi riterranno opportuni.

Tutti gli oneri per le prove di collaudo sono a carico dell'A.L.

Si precisa inoltre che le operazioni di collaudo verranno iniziate solo quando l'A.L. consegnerà alla D.L. tutti i permessi, le licenze necessarie rilasciate dagli uffici ed organi di controllo, i disegni as-built e tutta la documentazione tecnica a proprio carico.

#### **7.4 ADDESTRAMENTO**

Durante il periodo di messa a punto, l'A.L. deve addestrare il personale del C.L. all'esercizio ed alla manutenzione degli impianti nei termini e nei tempi da concordare con la D.L..

Tale periodo può essere prolungato dopo il Certificato di Ultimazione Lavori, qualora la D.L. giudichi necessario procedere ad ulteriori addestramenti per il personale del C.L.. In ogni caso il periodo di addestramento deve essere concluso entro due mesi dall'ultimazione lavori.

***CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO NORME TECNICHE***  
***OPERE IDRAULICHE***

**SOMMAIRE / INDICE**

1. OPERE IDRAULICHE .....	3
1.1 Descrizione delle lavorazioni .....	3
1.2 Opere afferenti il piazzale di sosta.....	3
1.3 Opere afferenti alla piattaforma autostradale a32.....	4
1.4 Opere afferenti ai fabbricati.....	5
1.5 Opere di regimazione idraulica del fiume dora riparia .....	5
1.6 Opere di scarico a fiume delle acque di ruscellamento .....	6
1.7 Opere speciali di attraversamento in microtunneling .....	6
1.8 Scaricatore delle acque di esondazione .....	7
1.9 Impianto trattamento acque di prima pioggia.....	7
1.10 Opere varie allacciamento fognature nere .....	8
2. QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI .....	8
2.1 ART. 1 Norme Generali - Impiego Ed Accettazione Dei Materiali .....	8
2.2 ART. 2 Acqua, Calci, Cementi Ed Agglomerati Cementizi, Pozzolane, Gesso.....	11
2.3 ART. 3 Materiali Inerti Per Conglomerati Cementizi E Per Malte .....	13
2.4 ART. 4 Elementi Di Laterizio E Calcestruzzo .....	13
2.5 ART. 5 Armature Per Calcestruzzo .....	14
2.6 ART. 6 Materiali Metallici .....	15
2.7 ART. 7 Tubazioni .....	16
3. IMPIANTO DI TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA IN CONTINUO .....	36
3.1 MODALITA DI POSA.....	37
4. MOVIMENTI DI MATERIE, OPERE MURARIE E VARIE .....	37
4.1 ART. 8 Collocamento In Opera .....	37
4.2 ART. 9 Scavi in genere.....	38
4.3 ART. 10 Scavi di Sbancamento.....	39
4.4 ART. 11 Scavi di Fondazione e Subacquei, e Prosciugamenti.....	39
4.5 ART. 12 Rilevati e rinterri.....	41
4.6 ART. 13 Paratie O Casseri.....	42
4.7 ART. 14 Malte E Conglomerati.....	43
4.8 ART. 15 Demolizioni e rimozioni .....	45
4.9 ART. 16 Calcestruzzi e cemento armato .....	46
5. COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN GENERE .....	48
5.1 ART. 17 Movimentazione E Posa Delle Tubazioni .....	48
5.2 Stoccaggio, movimentazione e posa in opera delle tubazioni .....	51
5.3 ART. 18 Rinterro .....	60
5.4 ART. 19 Pozzetti Di Ispezione .....	62
5.5 ART. 20 Pozzetto Gettato In Opera In C.A.....	64
5.6 ART. 22 Trattamenti colonnari in iet grouting.....	68

## 1. OPERE IDRAULICHE

### 1.1 Descrizione delle lavorazioni

Le lavorazioni riguardanti le reti idrauliche e le opere di presidio idraulico sono suddivisibili per tipologia e localizzazione e precisamente.

- Opere afferenti il piazzale di sosta
- Opere afferenti alla piattaforma autostradale A32
- Opere afferenti ai fabbricati
- Opere di regimazione idraulica del fiume Dora riparia
- Opere di scarico a fiume delle acque di ruscellamento
- Opere speciali di attraversamento in microtunneling
- Scaricatore delle acque di esondazione
- Impianto trattamento acque di prima pioggia
- Opere varie allacciamento fognature nere

### 1.2 Opere afferenti il piazzale di sosta

Le opere afferenti al piazzale di sosta sono costituite da:

tubazione in polipropilene corrugate esternamente e lisci internamente di diverso diametro posate sotto il piazzale e drenanti le acque di ruscellamento dei piazzali di sosta .

le tubazioni avranno i diametri indicati nelle tavole di progetto e precisamente

diametro 250 mm	ml 60,66
diametro 315 mm	ml 2943,00
diametro 400mm	ml 515,00
diametro 500 mm	ml 221,00
diametro 800 mm	ml171,00
diametro 1.000 mm	ml335,00

le tubazioni hanno le caratteristiche descritte nel seguito

sulle tubazioni sono innestati i pozzetti prefabbricati in calcestruzzo vibrato su cui viene alloggiata la caditoia in ghisa sferoidale classe F900

oltre alle caditoie su alcuni tratti del piazzale sono state inserite delle canalette grigliate con griglie carrabili in classe D400 come indicato nelle tavole di progetto

Le tubazioni e le canalette sono calottate con calcestruzzo classe 25/30 secondo i disegni di progetto.

Oltre alla raccolta acque piazzali sono compresi le raccolta acque degli svincoli in entrata e uscita dall'autoporto verso la A32 .

Tali opere sono costituite da tubazioni a vista posizionate con staffe al di sotto degli impalcati dei viadotti e tubazioni poste sui rami di svincolo dove la raccolta dell'acqua avviene con cunetta e tubazione sottostante.

Sui viadotti di svincolo sono posizionate caditoie in ghisa sferoidale adatte per installazione anche in concomitanza di asfalto drenante.

Tali caditoie sono collegate con il sottostante collettore mediante tubazione in pvc come specificato nei successivi articoli di capitolato

Le acque raccolte dalla rete drenante predisposta convogliano le acque ad un pozzetto sfioratore che separa le acque di prima pioggia secondo normativa e le invia al trattamento costituito da una sezione di sedimentazione e un disoleatore a coalescenza.

Le acque provenienti dal trattamento si riuniscono con le acque provenienti dallo sfioratore in un pozzetto delle dimensioni interne di mt 2,50 x2,50 per poi essere scaricate attraverso il rilevato autostradale mediante la realizzazione di una perforazione con microtunneling e scarico a Dora attraverso un manufatto in C.A.

Complessivamente sono previste n281 caditoie delle dimensioni di cm 50x 50 e ml 602,84 di canaletta grigliata avente una larghezza di cm 30 con una profondità del canale variabile da mm 180 mm 305

### **1.3 Opere afferenti alla piattaforma autostradale a32**

In corrispondenza del tratto autostradale compreso tra i due rami di svincolo le modifiche indotte dalla nuova configurazione che sono costituite dalla modifica del sistema di raccolta delle acque di piattaforma .

Sulle scarpate laterali lato autoporto lo smaltimento delle acque di piattaforma avviene attraverso embrici che scaricano le proprie acque in una canaletta rivestita in cls che a sua volta recapita le acque nella condotta di raccolta delle acque di ruscellamento esistente.

Sul lo spartitraffico centrale verrà invece eseguita sulla parte interna della curva una canaletta ad asola che recapita le proprie acque in una condotta di smaltimento.

La canaletta ad asola è un manufatto prefabbricato che ha le seguenti dimensioni ha una lunghezza di ml 933 ed ha le seguenti dimensioni altezza interna mm

La canaletta al piede della scarpata che accoglie le acque proveniente dagli embrici ha una dimensione di cm 50 di larghezza e cm 30 di altezza ed ha uno sviluppo di ml 1076,40 ed è realizzata in calcestruzzo vibrato.

#### **1.4 Opere afferenti ai fabbricati**

Le opere che afferiscono ai fabbricati sono relative alla captazione delle acque di pioggia dei tetti

Per i fabbricati trattasi di pluviali realizzati con tubazioni in gheberit termosaldato e sagomato secondo le esigenze estetiche e funzionali

#### **1.5 Opere di regimazione idraulica del fiume dora riparia**

Le opere di regimazione idraulica del fiume Dora Riparia sono essenzialmente costituite da una difesa profonda realizzata con colonne di terreno consolidate del diametro di cm 80 circa per una lunghezza di ml 658,58

Tale difesa verrà realizzata con colonne di terreno consolidato non armato realizzato con inclinazione sulla verticale di circa 30° e lunghezza del trattamento scalare al fine di mantenere il più possibile inalterato il sistema di comunicazione tra le acque di falda e le acque superficiali.

Tali colonne come meglio specificato nel relativo articolo verranno realizzate con la tecnica del consolidamento mediante iniezioni di malta cementizia monofluido eventualmente additivata con acceleranti di presa e fluidificanti per meglio adattarsi alle condizioni geologiche del terreno .

Eseguito il trattamento colonnare verrà inserito un troncone costituito da uno spezzone di tubo per micropalo della lunghezza di ml 2,00 per il collegamento della colonna al cordolo di ripartizione di testa

La trave di collegamento sarà realizzata in cemento armato con resistenza caratteristica 25/30 Tale trave ha le dimensioni di mt 1,00x1,00 e sarà posizionata incassata rispetto al terreno attuale e sarà esterna ai rilevati autostradali

Sopra la trave di collegamento il rilevato dell'autostrada verrà rivestito con una protezione costituita da un materasso reno dello spessore di cm 30 per una lunghezza di ml 3,00 .

I ciottoli per il riempimento dei materassi reno dovranno essere forniti dall'impresa appaltatrice

Per le specifiche dei trattamenti si rimanda agli appositi articoli.

### **1.6 Opere di scarico a fiume delle acque di ruscellamento**

Le opere di scarico a fiume sono costituite da un manufatto in calcestruzzo armato opportunamente sagomato ove sfociano i due condotti principali delle acque di ruscellamento.

Le due condotte che sfociano saranno dotate di valvole a clapet autochiudenti.

Il manufatto è inserito all'interno delle sponda attuale e verrà raccordato con le scogliere esistenti.

### **1.7 Opere speciali di attraversamento in microtunneling**

Le opere speciali di attraversamento della A32 saranno realizzate con il sistema del microtunneling .

Tale sistema consiste nello spingere attraverso il rilevato autostradale una tubazione in cls o in acciaio mediante un sistema di spinta oleodinamico associato ad una fresa a testa rotante con smarino del materiale scavato.

Il sistema è costituito da una camera di spinta realizzata in cemento armato dove vengono montati i vari pezzi della fresa e vengono alloggiati i macchinari di spinta e i macchinari idonei per l'esecuzione della spinta.

Al termine della spinta, la camera non verrà demolita ma riutilizzata come pozzo d'ispezione per la successiva manutenzione .

La lunghezza degli attraversamenti sono rispettivamente di ml 49,05 per la tubazione di scarico diametro 1500 mm in calcestruzzo e di ml 48,57 di tubazione camicia in acciaio diametro 1200 mm spessore mm 15,90 all'interno del quale verrà posata una tubazione in p.p. del diametro di mm 1000

Oltre al sistema del microtunneling un tratto di tubazione della fognatura nera a servizio dei fabbricati verrà realizzato con la tecnica della perforazione teleguidata per realizzare un sifone sotto il canale di scarico della centrale idroelettrica della società NIE.

Esso ha una lunghezza netta di ml 51,00 e la tubazione che verrà installata sarà realizzata in polietilene alta densità pn 10 saldato di testa del diametro di mm

### **1.8 Scaricatore delle acque di esondazione**

Lo scaricatore delle acque di eventuale esondazione connesse a fenomeni alluvionali particolarmente intensi è costituito da un'opera d'imbocco realizzata con un manufatto in c.a. e una tubazione in calcestruzzo armato con incastro a mezzo spessore e anello di tenuta in neoprene. Del diametro di mm 1500 .

Essa ha una lunghezza complessiva di ml 573,40 compresi ml di attraversamento della A32 realizzati con la tecnica del Microtunneling.

Tale tubazione scarica le acque nel fiume Dora riparia tramite lo scaricatore in precedenza descritto.

La tubazione è dotata di n 11 pozzetti d'ispezione di linea e di raccordo

I primi in linea sono tubi pozzetto ovvero il pozzetto è direttamente inserito nel tubo già in fase di prefabbricazione e viene solamente prolungato fino al piano stradale con le opportune prolunghe.

Il diametro di detti pozzetti è 1000 mm e sono dotati di chiusino in ghisa sferoidale classe D400

Essa verrà posata a lato piazzale tra il ramo di ingresso alla A32.

Il riempimento verrà realizzato in parte in misto stabilizzato a cemento fino a metà tubo e con terreno proveniente dagli scavi per la rimanente parte.

I pozzetti di raccordo saranno invece realizzati in opera con soletta gettata in opera e passo d'uomo di cm 60 con chiusino in ghisa sferoidale classe D 400

### **1.9 Impianto trattamento acque di prima pioggia**

L'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia è costituito da una batteria di tre vasche in polietilene realizzate con tecnologia dello stampaggio rotazionale e alle caratteristiche chimico-fisico-meccaniche del polietilene lineare ad alta densità (LLDPE).

Tali vasche della capacità cadauna di mc46,5 garantisce il trattamento di una portata massima di 450 l/sec ovvero un trattamento per ogni linea di 150 l/sec

Il diametro del serbatoio da interro è di ml 2,10 e la lunghezza di ml 16,92

I serbatoi andranno posati su una platea in calcestruzzo armato e rinterrati con del misto naturale stabilizzato a cemento fino a metà serbatoio e riempito con semplice ghiaia per la rimanente metà.

### **1.10 Opere varie allacciamento fognature nere**

Tra le opere varie si annovera l'allacciamento delle fognature nere dei fabbricati al collettore consortile Smat presso la nuova rotonda d'immissione sulla statale 25 i pluviali di discesa per lo scarico delle acque dai tetti piani degli edifici e della pensilina del distributore carburanti

Le tubazioni pluviali di scarico dai fabbricati saranno realizzati in gheberit diametro 125mm l'esecuzione sarà del tipo saldato con manicotto o saldato di testa comprensivo di tutte le staffe di ancoraggio curve pezzi speciali quali messicani d'imbocco , curve ecc.

Al piede dei rivestimenti dei fabbricati verrà inoltre realizzata una gronda in acciaio inox inserita nel marciapiede per raccogliere le acque che scenderanno sui paramenti esterni dei fabbricati.

La fognatura nera raccoglierà le acque nere di scarico dei fabbricati essa ha una lunghezza complessiva di ml 522,86e verrà realizzata con una tubazione in pvc diametro mm 250 .

Per raggiungere la fognatura pubblica posta a ridosso della ss 25 è necessario attraversare il canale di scarico della centrale idroelettrica di proprietà della NIE.

Tale attraversamento avverrà con la tecnica della perforazione teleguidata della lunghezza di ml 51,00

Essendo un sifone questo verrà realizzato in doppia canna per garantire, anche in caso di intasamento di una canna l'esercizio della fognatura

Per i dettagli dell'attraversamento in perforazione teleguidata si rimanda all'apposito articolo.

## **2. QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI**

### **2.1 ART. 1 Norme Generali - Impiego Ed Accettazione Dei Materiali**

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti per la costruzione delle opere, proverranno da ditte fornitrici o da cave e località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di cui ai seguenti articoli.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni di legge e del presente Capitolato Speciale; essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati, e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione della Direzione dei Lavori.

Resta sempre all'Impresa la piena responsabilità circa i materiali adoperati o forniti durante l'esecuzione dei lavori, essendo essa tenuta a controllare che tutti i materiali corrispondano alle caratteristiche prescritte e a quelle dei campioni esaminati, o fatti esaminare, dalla Direzione dei Lavori.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'Appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della Stazione Appaltante in sede di collaudo.

L'esecutore che, di sua iniziativa, abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza, da parte della Direzione dei Lavori, l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla Direzione dei Lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la Direzione dei Lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La Direzione dei Lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte nel presente Capitolato ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.

#### Materiali per uso strutturale

Il controllo si articola nelle seguenti fasi come previsto nelle NTC 2008 capitolo 11:

- Valutazione preliminare della resistenza (per determinare la miscela per produrre il calcestruzzo stesso);
- Controllo di produzione (controllo da eseguire durante la produzione del calcestruzzo stesso);
- Controllo di accettazione (da eseguire sul calcestruzzo prodotto durante l'esecuzione dell'opera, con prelievo effettuato contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali);
- Prove complementari (ove necessario a completamento delle prove di accettazione in corrispondenza a particolari fasi di costruzione o condizioni particolari di utilizzo)

Per prove di accettazioni, il prelievo dei provini va eseguito alla presenza della direzione dei lavori (o di un tecnico di sua fiducia) che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichette indelebili, ecc...; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale. Il prelievo dei campioni andrà effettuato secondo quanto indicato dalle NTC 2008 paragrafo 11.2.4

Il controllo di accettazione nel caso specifico sarà di tipo A (riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore a 300 mc) ed è rappresentato da 3 prelievi ciascuno su un massimo di 100 mc di getto di miscela omogenea, per ogni giorno di getto va comunque effettuato un prelievo tranne nel caso in cui la costruzione necessita di meno di 100 mc di getto di miscela omogenea, tale controllo sarà positivo e ed il quantitativo di calcestruzzo sarà accettato se saranno verificate le disuguaglianze della tabella 11.2.I delle NTC 2008.

Si rimanda al paragrafo 11.2.5.3 delle NTC 2008 per le prescrizioni relative ai criteri di controllo.

La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

L'opera o la parte di essa non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché non verrà rimossa la non conformità dal costruttore, il quale deve provvedere ad una

verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera come prescritto dal paragrafo 11.2.6 delle NTC (Controllo della Resistenza del calcestruzzo in opera)

Per quanto non espresso nel presente Capitolato Speciale, relativamente all'accettazione, qualità e impiego dei materiali, alla loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni dell'art. 101 comma 3 del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i. e gli articoli 16, 17, 18 e 19 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000 e s.m.i.

L'appalto non prevede categorie di prodotti ottenibili con materiale riciclato, tra quelle elencate nell'apposito decreto ministeriale emanato ai sensi dell'art. 2, comma 1 lettera d) del D.M. dell'ambiente n. 203/2003.

## **2.2 ART. 2 Acqua, Calci, Cementi Ed Agglomerati Cementizi, Pozzolane, Gesso**

a) Acqua - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di grassi o sostanze organiche e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.

b) Calci - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione delle norme tecniche vigenti; le calci idrauliche dovranno altresì corrispondere alle prescrizioni contenute nella legge 595/65 (Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici), ai requisiti di accettazione contenuti nelle norme tecniche vigenti, nonché alle norme UNI EN 459-1:2015 e 459-2:2010.

c) Cementi e agglomerati cementizi.

1) Devono impiegarsi esclusivamente i cementi previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1995 n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme UNI EN 197-1:2014 e UNI EN 197-2:2014.

2) A norma di quanto previsto dal Decreto 12 luglio 1999, n. 314 (Regolamento recante norme per il rilascio dell'attestato di conformità per i cementi), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 595/65 (e cioè i cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 595/65 e all'art. 59 del D.P.R. 380/2001 e s.m.i. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

3) I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

d) Pozzolane - Le pozzolane saranno ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dalle norme tecniche vigenti.

e) Gesso - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti. Per l'accettazione valgono i criteri generali dell'articolo "Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali" e le condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti.

f) Sabbie - Le sabbie dovranno essere assolutamente prive di terra, materie organiche o altre materie nocive, essere di tipo siliceo (o in subordine quarzoso, granitico o calcareo), avere grana omogenea, e provenire da rocce con elevata resistenza alla compressione. Sottoposta alla prova di decantazione in acqua, la perdita in peso della sabbia non dovrà superare il 2%.

La sabbia utilizzata per le murature, per gli intonaci, le stuccature, le murature a faccia vista e per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 e dalle relative norme vigenti.

La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. E' assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.

Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 459:2015 - UNI EN 197:2014 - UNI EN ISO 7027-1:2016 - UNI EN 413-2:2016 - UNI 9156:2015 - UNI 9606-1:2017.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

### 2.3 ART. 3 Materiali Inerti Per Conglomerati Cementizi E Per Malte

1) Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati alla esecuzione di opere in conglomerato cementizio semplice od armato devono corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia.

2) Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

3) Gli additivi per impasti cementizi, come da norma UNI EN 934-2:2009, si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti- acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione la Direzione dei Lavori potrà far eseguire prove od accettare, secondo i criteri dell'articolo "Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali", l'attestazione di conformità alle norme UNI EN 934-2:2009, UNI EN 480-1:2014 (varie parti).

4) I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e relative circolari esplicative.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 934-2:2009 (varie parti), UNI EN 480-1:2014 (varie parti), UNI EN 13055-1:2016.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

### 2.4 ART. 4 Elementi Di Laterizio E Calcestruzzo

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 14 gennaio 2008, nelle relative circolari esplicative e norme vigenti.

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma UNI EN 771:2015.

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 14 gennaio 2008 e dalle relative norme vigenti.

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

E' facoltà della Direzione dei Lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

#### **2.5 ART. 5 Armature Per Calcestruzzo**

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D. M. attuativo della legge 1086/71 (D.M. 14 gennaio 2008) e relative circolari esplicative.

E' fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

#### ***Forniture e documentazione di accompagnamento***

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

#### ***Centri di trasformazione***

Il Centro di trasformazione, impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati

cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni, può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dalle norme vigenti.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare la conformità a quanto indicato al punto 11.3.1.7 del D.M. 14 gennaio 2008 e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

## **2.6 ART. 6 Materiali Metallici**

I materiali metallici da impiegare nei lavori dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove appresso indicate.

In generale, i materiali dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura o simili.

Sottoposti ad analisi chimica, dovranno risultare esenti da impurità o da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalle successive lavorazioni a macchina, o a mano, che possa menomare la sicurezza dell'impiego.

### **- Acciai**

Gli acciai in barre, tondi, fili e per armature da precompressione dovranno essere conformi a quanto indicato nel D.M. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

### **- Ghisa**

La ghisa grigia per getti dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove, alla norma UNI EN 1561:2011..

La ghisa malleabile per getti dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove, alla norma UNI EN 1562:2012.

### **- Rame**

Il rame dovrà avere caratteristiche rispondenti, per qualità, prescrizioni e prove, alla norma UNI EN 1977:2013.

## - Ferro

Il ferro comune sarà di prima qualità: dolce, eminentemente duttile, malleabile a freddo e a caldo, tenace, di marcata struttura fibrosa; dovrà essere liscio senza pagliette, sfaldature, screpolature, vene, bolle, soluzioni di continuità e difetti di qualsiasi natura.

I manufatti di ferro per i quali non venga richiesta la zincatura dovranno essere forniti con mano di vernice antiruggine.

## - Zincatura

Per la zincatura di profilati di acciaio, lamiere di acciaio, tubi, oggetti in ghisa, ghisa malleabile e acciaio fuso, dovranno essere rispettate le prescrizioni delle norme UNI EN 10244-1:2009 e UNI EN 10244-2:2009.

## 2.7 ART. 7 Tubazioni

### 2.7.1 Tubazioni In Genere

#### *Generalità*

Per le tubazioni e le apparecchiature idrauliche valgono le disposizioni dell'articolo "Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali" del capitolo "Qualità dei Materiali e dei Componenti" esse devono corrispondere alle vigenti Norme tecniche.

Le prescrizioni di tutto questo articolo si applicano a tutte le tubazioni in generale; si applicano anche ad ogni tipo delle tubazioni di cui agli articoli (tubazioni di acciaio, di ghisa, ecc.) del capitolo "Tubazioni" tranne per quanto sia incompatibile con le specifiche norme per esse indicate.

#### *Ordinazione*

L'Appaltatore effettuerà l'ordinazione delle tubazioni entro il termine che potrà stabilire la Direzione dei Lavori e che sarà comunque tale, tenuto anche conto dei tempi di consegna, da consentire lo svolgimento dei lavori secondo il relativo programma e la loro ultimazione nel tempo utile contrattuale.

L'Appaltatore invierà alla Direzione dei Lavori, che ne darà subito comunicazione alla Stazione Appaltante, copia dell'ordinazione e della relativa conferma da parte della Ditta fornitrice, all'atto rispettivamente della trasmissione e del ricevimento.

L'ordinazione dovrà contenere la clausola seguente o equipollente.

"La Ditta fornitrice si obbliga a consentire, sia durante che al termine della lavorazione, libero accesso nella sua fabbrica alle persone all'uopo delegate dalla Stazione Appaltante appaltatrice dei lavori e ad eseguire i controlli e le verifiche che esse richiedessero, a cura e spese dell'Appaltatore, sulla corrispondenza della fornitura alle prescrizioni del contratto di appalto relativo ai lavori sopra indicati.

Si obbliga inoltre ad assistere, a richiesta ed a spese dell'Appaltatore, alle prove idrauliche interne delle tubazioni poste in opera".

L'unica fornitura o ciascuna delle singole parti in cui l'intera fornitura viene eseguita, sarà in ogni caso accompagnata dal relativo certificato di collaudo compilato dalla Ditta fornitrice, attestante la conformità della fornitura alle Norme vigenti e contenente la certificazione dell'avvenuto collaudo e l'indicazione dei valori ottenuti nelle singole prove.

I risultati delle prove di riferimento e di collaudo dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali effettuate in stabilimento a controllo della produzione, alle quali potranno presenziare sia l'Appaltatore e sia la Direzione dei Lavori od altro rappresentante della Stazione Appaltante e le quali comunque si svolgeranno sotto la piena ed esclusiva responsabilità della Ditta fornitrice, saranno valutati con riferimento al valore della pressione nominale di fornitura PN.

L'Appaltatore richiederà alla ditta fornitrice la pubblicazione di questa, di cui un esemplare verrà consegnato alla Direzione dei Lavori, contenente le istruzioni sulle modalità di posa in opera della tubazione.

### ***Accettazione delle tubazioni - Marcatatura***

L'accettazione delle tubazioni è regolata dalle prescrizioni di questo capitolato nel rispetto di quanto indicato al punto 2.1.4. del D.M. 12 dicembre 1985, del D.M. 6 aprile 2004, n. 174 “Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano” nonché delle istruzioni emanate con la Circolare Ministero Lavori Pubblici del 20 marzo 1986 n.27291 e, per i tubi in cemento armato ordinario e in cemento armato precompresso, delle Norme vigenti per le strutture in cemento armato, in quanto applicabili.

Nei riguardi delle pressioni e dei carichi applicati staticamente devono essere garantiti i requisiti limiti indicati nelle due tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985: tabella I, per tubi di adduzione in pressione (acquedotti) e II, per le fognature.

Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti la ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale (o la classe d'impiego) e possibilmente l'anno di fabbricazione; le singole paratie della fornitura dovranno avere una documentazione dei risultati delle prove eseguite in stabilimento caratterizzanti i materiali ed i tubi forniti.

La Stazione Appaltante ha la facoltà di effettuare sulle tubazioni fornite in cantiere - oltre che presso la fabbrica - controlli e verifiche ogni qualvolta lo riterrà necessario, secondo le prescrizioni di questo capitolato e le disposizioni della Direzione dei Lavori.

Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere conformi, ove applicabili, alle norme UNI EN 10311:2005, UNI EN 10312:2007, UNI EN 1123-1-2:2005, UNI EN 1124-1:2002, 1124-2:2014, 1124-3:2008, UNI EN 10224:2006, UNI EN 13160-1:2016.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, comunque, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

### ***2.7.2 Tubazione in cls cilindrax***

#### ***1. Processo di fabbricazione***

Sono manufatti in c.a. da utilizzarsi per il convogliamento delle acque meteoriche e/o reflui urbani o industriali . Sono costruiti in officine o cantieri debitamente attrezzati , con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti di tutti i manufatti prodotti ; a tal fine tutte le operazioni che compongono il processo di fabbricazione dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato .

La stagionatura potrà avvenire posizionando i tubi in verticale con continua aspersione di acqua oppure con trattamento a vapore purchè l'impianto sia attrezzato in modo tale da consentire la ripetizione di ciascun ciclo di maturazione accelerata secondo una curva predeterminata .

#### ***2. Dimensioni e movimentazione***

Il manufatto avrà le seguenti caratteristiche dimensionali

diam. nominale 1500 mm

spessore parete 170 mm

tipo di incastro : a mezzo spessore con anelli d'acciaio

lunghezza utile : non inferiore a 3600 mm per tubi con diam. fino a 1500 mm , per diametri superiori le lunghezze saranno tali da ottenere un peso unitario pari a 10'000 kg

Il diametro interno deve corrispondere al DN e nessun valore rilevato deve scostarsi dal valore nominale di oltre  $3+(0.004 \times \text{DN})$  mm

I tubi devono essere dotati di idonei , ed in numero adeguato , ganci di sollevamento che garantiscano la movimentazione e la posa in opera salvaguardando le condizioni di sicurezza secondo le vigenti normative . Il carico di rottura del gancio sarà pari ad almeno 2.5 volte il valore della portata nominale ed il carico di rottura del cls all'atto del sollevamento maggiore di 300 kg/cm<sup>2</sup> con coeff. di sicurezza uguale a 2 .

### **3. Inerti**

Gli inerti devono essere tali da assicurare la migliore resistenza contro possibili corrosioni chimiche e meccaniche da parte delle acque convogliate .

Gli inerti dovranno essere perfettamente lavati , di granulometria assortita , ottenuta tramite miscela di almeno 3 inerti con granulometrie complementari , con l'avvertenza che la dimensione massima non sarà mai superiore a  $\frac{1}{4}$  dello spessore del manufatto e comunque mai maggiore di 25 mm .

La composizione granulometrica , oltrechè legata al processo di fabbricazione , dovrà essere tale da consentire la massima compattezza del getto .

### **4. Acqua**

L'acqua dovrà essere limpida , preferibilmente potabile e non contenere acidi o basi , deve essere priva di sostanze nocive sia in soluzione che in sospensione e rispondere ai requisiti fissati dalla UNI EN 1008:2003.

### **5. Cemento**

Il cemento utilizzato potrà essere di tipo pozzolanico , d'alto forno o Portland 42.5 per ottenere un calcestruzzo con caratteristiche come sotto specificato .

### **6. Armatura metallica**

Sarà costituita da tondino d'acciaio del tipo B450A , stirato a freddo o laminato a caldo (acciaio ad alta duttilità) e comunque conforme alle norme vigenti per l'esecuzione delle opere in cemento armato , avvolto in semplice o doppia spirale , saldando elettricamente (senza apporto di materiale) la spirale continua ai longitudinali , in numero e diametro

sufficienti a costruire una gabbia robusta , non soggetta a deformarsi durante la fabbricazione del tubo . Il numero , il diametro e la disposizione delle spire e delle generatrici sono lasciate alla scelta del costruttore e saranno tali da garantire le caratteristiche prestazionali . In ogni caso il passo della spirale non sarà superiore a 120 mm , la distanza tra le generatrici non dovrà superare 2 volte lo spessore del tubo.

La percentuale minima della sezione dell'armatura , relativa all'area della sezione longitudinale del corpo del tubo , deve essere 0.4 % per tondo liscio e 0.25 % per tondo ad aderenza migliorata .

La protezione delle armature sarà garantita oltre che dallo spessore del copriferro (min. 25 mm) anche dalla resistenza alla permeabilità del calcestruzzo ai fluidi aggressivi . Occorre quindi che il cls sia compatto , poco permeabile e privo di fessure e microfessure .

L'assorbimento d'acqua del calcestruzzo non dovrà superare il 6 % in massa .

#### **7. Acciaio per anelli di incastro**

Deve essere del tipo Fe P 13 secondo norma UNI EN 10111:2000 con spessore minimo 3 mm . E' un acciaio non legato per imbutitura a freddo . Deve essere protetto contro la corrosione e l'ossidazione mediante rivestimento protettivo a base di resina epossidica specifica applicata con sistema a rullo o pennello .

#### **8. Calcestruzzo**

Gli ingredienti dell'impasto devono essere misurati con precisione , il cemento a peso , gli inerti preferibilmente in peso , l'acqua in peso o in volume . Il rapporto acqua/cemento dovrà essere oggetto di controllo accurato per essere mantenuto costante tenendo conto anche dell'umidità propria degli inerti .

Il dosaggio della miscela sarà tale da ottenere un calcestruzzo con le seguenti caratteristiche :

- resistenza a compressione 7 gg 250 kg/cm<sup>2</sup>  
28 gg 370 kg/cm<sup>2</sup>
- resistenza a flessione 7 gg 20 kg/cm<sup>2</sup>  
28 gg 45 kg/cm<sup>2</sup>

I provini cubici saranno secondo UNI EN 12390:2012

## **9. Giunto in gomma**

L'elastomero costituente la guarnizione deve essere ad alta resistenza chimica , anti-invecchiante , del tipo a struttura piena (non cellulare) e con durezza Shore A° 45-55 . In ogni caso deve essere conforme alle specifiche di cui alle norme UNI EN 681-1:2006

## **10. Tubi**

I giunti della tubazione dovranno essere del tipo a ½ spessore con anelli d'acciaio sagomati .

Ad un esame visivo il cls deve risultare omogeneo e compatto , i tubi non devono presentare irregolarità geometriche evidenti . Le superfici interna ed esterna devono risultare uniformi e regolari , prive di fessure , vespai o discontinuità .

I giunti devono consentire il regolare accoppiamento geometrico dei tubi ed il loro allineamento in modo che quando i tubi sono posti in opera la loro superficie interna venga a costituire una condotta regolare e priva di discontinuità nel diametro . Il disegno del giunto , tenuto conto del tipo di giunzione e delle tolleranze effettive , deve assicurare la tenuta idraulica della condotta nelle condizioni di esercizio intesa sia come pressione interna che come tubazione posata sotto falda con battente .

L'esecuzione e la finitura superficiale delle zone di giunto destinate all'alloggiamento della guarnizione devono essere particolarmente accurate . In particolare le tolleranze della zona di giunto in relazione alle dimensioni della guarnizione devono essere tali che , quando si verifichi un disallineamento tale da portare i giunti maschio e femmina a contatto , siano soddisfatte le seguenti condizioni :

- in prossimità del punto di contatto lo schiacciamento della sezione della guarnizione non dovrà essere maggiore del 55% della dimensione effettiva
- in nessun punto della guarnizione lo schiacciamento della sezione di guarnizione dovrà essere minore del 15% della dimensione effettiva
- ferma restando la perfetta coassialità dei tubi , il giunto dovrà consentire , senza perdita delle caratteristiche di tenuta , uno sfilamento assiale minimo di 15 mm per DN minore o uguale a 600 mm , di 20 mm per DN oltre 600 mm e sino a 1500 mm e di 25 mm per DN maggiore di 1500 mm .

## 11. *Metodi di prova*

A giudizio insindacabile della D.L. i tubi potranno essere sottoposti ad una serie di prove di stabilimento da definire con il produttore . I campioni dovranno essere dati gratuitamente dal fornitore in ragione dello 0.33 % del quantitativo ordinato per ogni diametro e comunque mai in numero di tubi inferiore a 3 . Se durante il collaudo un tubo non rispondesse alle prescrizioni contrattuali si ripeterà la prova su un numero doppio di tubi .

Le prove di collaudo , su tubi asciutti , consisteranno , oltre che nella verifica delle dimensioni e delle tolleranze , nelle seguenti altre :

### **11.a - Prova di rottura per schiacciamento (su tubazione senza rivestimento protettivo interno – Norma UNI EN 1916:2004 Allegato C)**

La prova può essere eseguita su un tubo intero oppure su un tronco cilindrico dello stesso lungo non meno di 1 metro .

La resistenza allo schiacciamento è definita da due carichi :

- carico di fessurazione ( $Q_f$ ) : è quello che provoca l'apparizione di fessure lungo le generatrici aventi apertura di almeno 0.30 mm su una lunghezza di almeno 300 mm
- carico di rottura ( $Q_r$ ) : è quello sopportato prima dello schiacciamento , cioè prima che il tubo in prova non sia più capace di sopportare un ulteriore carico .

Il carico di fessurazione  $Q_f$  e di rottura  $Q_r$  non devono risultare inferiori ai limiti seguenti (espressi in kN per metro di tubo) :

tolleranze dimensionali: secondo UNI EN 1916:2004

CARICO DI ROTTURA (UNI EN 1916:2004):

135 kN/m<sup>2</sup>

Carico di rottura secondo modalità di prova unificata

$135 * 1.5 = 202,5$  kN/m

CARICO DI FESSURAZIONE SECONDO (UNI EN 1916:2004):

$135 * 0,67 = 90.45$  kN/m<sup>2</sup>

Carico di fessurazione secondo modalità di prova unificata

$$90,45 * 1.5 = 135.675 \text{ kN/m}$$

Il tubo deve essere provato con il metodo dei tre appoggi secondo le norme UNI EN 1916:2004.

La resistenza del provino viene riferita alla lunghezza utile dello stesso con la formula :

$$Q = \frac{\text{carico di prova}}{\text{lungh. Utile}} = \text{(kN/m) valore che dovrà essere confrontato con } Q_f \text{ e } Q_r$$

### **2.7.3 TUBO POZZETTO**

Sulle zone di condotta in cui la posa avviene in rettilineo i pozzi d'ispezione circolari saranno realizzati direttamente sulla tubazione in stabilimento e poi si raggiungerà il piano viabile con l'aggiunta di prolunghe.

Esse sono costituite da tubazioni circolari a compressione radiale armate DN 1500 mm , con giunto tipo cylindrax per la realizzazione di camerette di ispezione

#### **CARATTERISTICHE DEI TUBI**

Diametro nominale [mm] : 1500

Spessore nominale [mm] : 170

Lunghezza utile [mm] : 2400

Diametro esterno [mm] : 1840

Peso tubo [kg] : 5376

tolleranze dimensionali: secondo UNI EN 1916:2004

CARICO DI ROTTURA (UNI EN 1916:2004):

135 kN/m<sup>2</sup>

Carico di rottura secondo modalità di prova unificata

$$135 * 1.5 = 202,5 \text{ kN/m}$$

CARICO DI FESSURAZIONE (UNI EN 1916:2004):

$$135 * 0,67 = 90.45 \text{ kN/m}^2$$

Carico di fessurazione secondo modalità di prova unificata

$$90,45 * 1.5 = 135.675 \text{ kN/m}$$

### ***MATERIALI***

- Cemento : del tipo II/A-S 42.5 R (UNI ENV 197/1:2011) con dosaggio minimo di 300 kg/m<sup>3</sup> per ottenere un cls con resistenza caratteristica minima  $R_{ck} \geq 370 \text{ kg/cm}^2$
- Inerti : frantumati in tre classi granulometriche , con pezzatura max 15 mm e rapporto acqua/cemento = 0,42
- Durabilità : classe di durabilità XA1 (UNI EN 206:2014) – condizioni ambientali D (UNI EN 13369:2013)
- Armature : realizzate con acciaio tipo B450A controllato in stabilimento . Vengono prodotte con macchine elettrosaldatrici a controllo elettronico che garantiscono all'armatura precisione dimensionale e qualità nel processo di saldatura. Copriferro minimo 25 mm
- Incastro : realizzato con acciaio tipo B450A controllato in stabilimento. Viene rivestito con resina epossidica bi componente
- Giunto : gli anelli di tenuta sono in gomma antiacida elastomerica secondo norme UNI EN 681:2006

### **Prova di tenuta dei giunti e dei tubi – Norma UNI EN 1916:2004 Allegato E**

Le prove di tenuta dovranno essere eseguite su tubi posti su una macchina/attrezzatura idonea all'allineamento di due tubi con relativo giunto . Detta attrezzatura deve assicurare in modo idoneo la tenuta alle estremità , il riempimento graduale con acqua e l'eliminazione dell'aria . A riempimento avvenuto verrà gradualmente elevata la pressione sino ad un valore pari a 5 metri di colonna d'acqua misurata all'asse dei tubi e mantenuta per 15' . Non ci devono essere perdite né gocciolamenti evidenti .Non è considerata perdita l'apparizione di macchie d'umidità sulla superficie esterna.

## **2.7.4 TUBAZIONE IN PP PER FOGNATURE INTERRATE**

### *Descrizione del prodotto*

tubazione in polipropilene (PP) a doppia parete per condotte di scarico interrate non in pressione, del diametro nominale esterno DN (DE) \_\_mm, corrugata esternamente e liscia internamente di colore chiaro per facilitare l'ispezione visiva e con telecamere. Classe di rigidità anulare SN16 (pari al 16 Kn/m<sup>2</sup>) misurata secondo UNI ISO 9969:2016, prodotta per coestrusione continua delle due pareti in conformità alla norma europea EN 13476-3:2009 e alla norma europea EN 13476-3:2009 per tubi strutturati in PP di tipo B.

Prodotta da ditta in possesso della certificazione di Qualità Aziendale secondo UNI EN ISO 9001/2000 e del marchio di conformità di prodotto rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici (IIP) e da Bureau Veritas Italia (BVQI).

Le barre dovranno essere dotate di apposito bicchiere o manicotto di giunzione e rispettiva guarnizione elastomerica di tenuta in EPDM realizzata in conformità alla norma UNI EN 681-1:2006, da posizionare nella prima gola fra due corrugazioni successive delle testate di tubo che verrà inserita nel bicchiere.

Il tubo dovrà riportare sulla superficie esterna una marcatura prevista dalla norma EN 13476-3:2009 e dovranno essere esibite le certificazioni relative a:

- verifica della flessibilità anulare secondo quanto previsto dalla norma EN 13476-3:2009 con il metodo di prova descritto nella UNI EN 1446:1998.
- verifica della rigidità anulare secondo quanto è previsto dalla norma EN 13476-3:2009 con il metodo di prova descritto nella UNI EN ISO 9969:2016
- collaudo alla tenuta idraulica delle giunzioni secondo quanto previsto dalla norma EN 13476-3:2009 con il metodo di prova descritto nella EN 1277
- collaudo di resistenza all'urto a bassa temperatura in accordo alla norma UNI EN 744:1997
- certificazione di produzione in regime di qualità aziendale secondo UNI EN ISO 9001:2000.

Le giunzioni si effettuano rispettando le seguenti indicazioni, sia per i tubi sia per i pezzi speciali:

- provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere assicurandosi che siano integre; togliere provvisoriamente la guarnizione qualora fosse presente nella sua sede;

- inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica di tenuta nella prima gola di corrugazione o nell'apposita sede dove prevista;
- lubrificare la superficie esterna della guarnizione e la superficie interna del bicchiere o manicotto con apposito lubrificante (grasso od olio siliconato, vaselina, ecc.). Evitare l'uso di oli o grassi minerali che danneggerebbero la guarnizione;
- infilare la testata della barra nel bicchiere fino a battuta; la perfetta riuscita di quest'operazione dipende esclusivamente dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione.

SISTEMA DI GIUNZIONE CON kit "TIPO c" (dal Ø est.125 al Ø est. 1200 mm - dal Ø int.250 al Ø int. 800 mm)

Le giunzioni si effettuano rispettando le seguenti indicazioni, sia per i tubi sia per i pezzi speciali:

- provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere assicurandosi che siano integre; togliere provvisoriamente la guarnizione qualora fosse presente nella sua sede;
- inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica di tenuta nella prima gola di corrugazione o nell'apposita sede dove prevista;
- lubrificare la superficie esterna della guarnizione e la superficie interna del bicchiere o manicotto con apposito lubrificante (grasso od olio siliconato, vaselina, ecc.). Evitare l'uso di oli o grassi minerali che danneggerebbero la guarnizione;
- infilare la testata della barra nel bicchiere fino a battuta; la perfetta riuscita di quest'operazione dipende esclusivamente dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione.

### **2.7.5 TUBAZIONE A TRIPLA PARETE PER ESECUZIONE ESTERNA**

tubazione interamente in polipropilene ad alto modulo (PP HM) interamente a norma UNI EN 13476-2:2008 per condotte di scarico interrate non in pressione, con profilo di parete strutturato a tre strati, con superficie piana internamente ed esternamente (tipo A2), con rigidità anulare SN16 verificata secondo metodo EN ISO 9969:2016 e flessibilità anulare testata con deformazione pari al 30% del diametro esterno del tubo (RF30) verificata secondo

metodo EN 1446. Il sistema di giunzione (tubo più bicchiere o manicotto) dovrà essere interamente conforme alla norma EN 13476-2 e testato secondo metodo EN 1277.

La tubazione dovrà essere prodotta da azienda con sistema di gestione per la Qualità conforme ai requisiti della norma UNI EN ISO 9001:2008 e della Qualità Ambientale secondo UNI EN ISO 14001:2004. Le barre dovranno essere dotate di marcatura sulla superficie esterna conforme a tutti i requisiti previsti dalla norma di riferimento e di apposito sistema di giunzione con doppio anello di tenuta, fra i quali è posizionato un apparato di verifica della tenuta idoneo all'insufflaggio di aria (tipo TWICE) fra le rispettive guarnizioni elastomeriche di tenuta in EPDM, realizzate in conformità alla norma UNI EN 681-1:2006 e dotate di anello antiribaltamento, posizionate nelle apposite sedi di alloggiamento presenti nel bicchiere o manicotto

Caratteristica		Valore tipico	UdM	Norma di riferimento
Densità	-	900	kg/m <sup>3</sup>	ISO 1183
Melt Flow Rate	(230°C / 2,16 kg)	0,3	g/10min	ISO 1133
Modulo elastico	(2 mm / min)	1700	Mpa	ISO 178
Snervamento	(50 mm / min)	31	Mpa	ISO 527-2
Allungamento a snervamento	(50 mm / min)	8	%	ISO 527-2
Resistenza all'urto (Charpy)	(23°C)	50	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1e
	(-20°C)	5	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1eA

## Marcatura

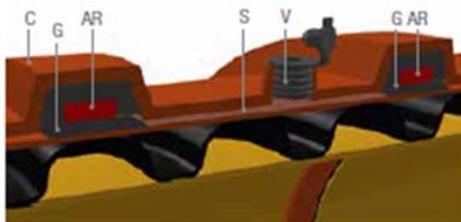
Requisiti minimi di marcatura	
TECH3	EN 13476
DN ID o DN OD	dimensione nominale
ORA GG MM AA	ora, giorno, mese e anno di fabbricazione
EN 13476 - TIPO A2	norma di riferimento
PP HM	materiale
SN8 - SN 16	classe di rigidità nominale - tipologia
U	codice d'applicazione d'area
TECH3 ITALIANA CORRUGATI S.p.A.	marchio e/o nome del fabbricante

La marcatura minima sulla superficie esterna delle tubazioni TECH3 contiene tutte le informazioni previste dalla norma di riferimento. Può essere apposto un ulteriore cartellino adesivo su ciascuna barra o pezzo speciale che veicola alcuni messaggi aggiuntivi, esempio: la misura della rigidità anulare reale, RING STIFFNESS >18 kN/m<sup>2</sup> (EN ISO 9969 TESTED).



## Giunzioni a controllo di tenuta

TECH3 si caratterizza anche per il suo esclusivo sistema di giunzione TWICE che, oltre a garantire prestazioni di tenuta superiori agli standard richiesti dalle norme, consente di verificarne l'efficienza in cantiere, giunto per giunto, con un sistema semplice e pratico, quanto veloce ed economico.



- G Guarnizione
- AR Anello rigido anti ribaltamento
- V Valvola
- C bicchiere o manicotto
- S maschio (parete esterna tubo)



Il sistema TWICE per la verifica di tenuta della giunzione, prevede l'utilizzo di un dispositivo di insufflaggio manuale dell'aria, dotato di un manometro di controllo della pressione e di un terminale idoneo all'introduzione dentro alla guarnizione dell'apparato predisposto sul bicchiere o manicotto.

A collegamento avvenuto, nel sistema di giunzione TECH3 si origina un volume di aria confinato, fra bicchiere/manicotto, guarnizioni e tubo.

Per mezzo dell'apposito dispositivo manuale del sistema TWICE, si introduce aria attraverso l'apparato predisposto sul bicchiere (o manicotto) fino al raggiungimento della pressione desiderata per la verifica della tenuta, lasciandolo in pressione per il periodo di tempo ritenuto idoneo a confermare la corretta tenuta della giunzione.

Per mezzo del manometro installato sul dispositivo di insufflaggio dell'aria si rileva agevolmente e immediatamente se la pressione rimane costante (assenza di perdite), o se ci sono dei cali di pressione (perdite).



Il test di riferimento delle giunzioni a bicchiere o manicotto delle tubazioni TECH3 in cantiere con sistema TWICE prevede la verifica della tenuta del giunto alla pressione di 0,5 bar.

ITALIANA CORRUGATI S.p.A. garantisce la perfetta tenuta delle giunzioni TECH3 conformemente ai parametri definiti dalla norma EN 13476-2 (metodo di test EN 1277).

## Sistemi di allaccio su collettore TECH3



### 2.7.6 CADITOIE PER RACCOLTA ACQUA VIADOTTI

caditoia drenante per viadotti in PE dotata di griglia in ghisa sferoidale D400 per asfalti drenanti fornita da azienda certificata UNI EN ISO 9001:2008.

La caditoia, ottenuta per stampaggio rotazionale del PE, dovrà presentare una particolare geometria ad imbuto per il drenaggio delle acque di piattaforma di dimensioni  $L=500\text{mm} \times P=300\text{mm} \times H \leq 80\text{mm}$  e presentare un'uscita di raccordo per le tubazioni di calata verticale o laterale DN125 o DN110. Munita di zanche in acciaio zincato per l'ancoraggio al CLS, la posa della caditoia dovrà essere effettuata in conformità alla norma EN1433 con l'ausilio di cemento Rck 35 N/mm<sup>2</sup> per poter garantire una resistenza al carico di classe D400.

Dotata di un profilo laterale in ghisa sferoidale fessurato verticalmente di dimensioni  $H=95\text{mm}$  dovrà garantire la raccolta delle acque

La caditoia tipo BRIDGErain è composta da:

- una parte inferiore, rotostampata in LLDPE vergine al 100%, che ha la funzione di vaso

ricettore, con in uscita una riduzione di diametro DE125/DE110 posizionata verticalmente

- una parte superiore composta da un telaio drenante e relativa griglia entrambi in ghisa sferoidale in classe D400
- N. 4 zanche in acciaio zincato fissate alla parte inferiore in LLDPE con le rispettive viti

### **2.7.7 CANALI GRIGLIATI SUL PIAZZALE**

I canali tipo SABdrain sono realizzati in PP (Polipropilene), materiale che gode di una ottima resistenza meccanica ed agli sbalzi termici, il PP è immune ad agenti chimici ed atmosferici, acidi, sali alcali oli e benzine. Le caratteristiche del PP rendono la superficie del canale estremamente liscia, la bassa scabrezza superficiale favorisce lo scorrimento dell'acqua ed evita la formazione di depositi facilitandone la pulizia.

Realizzati in conformità alla norma EN 1433. La griglia sarà in classe 900 in ghisa sferoidale

Le caditoie da installarsi sul piazzale di parcheggio dovranno essere in ghisa sferoidale classe di traffico F900 e dovrà essere prodotta, secondo quanto sancito dall'ultima edizione della norma UNI EN 124:2015, da azienda certificata ISO 9001:2015, costituita da telaio di forma quadrata sia alla base di appoggio che alla sommità corrispondente al livello del pian stradale, munito di: adeguata aletta perimetrale esterna, continua sui quattro lati, opportunamente sagomata, arrotondata agli angoli, per ottenere una maggiore base di appoggio e consentire un migliore ancoraggio alla fondazione; fori per l'articolazione della griglia; alette interne predisposte ai quattro angoli per l'alloggio di un sifone. Griglia di forma quadrata munita di: fori per l'articolazione al telaio; asole parallele disposte su due o più file; coppia di dadi e bulloni opportunamente inseriti negli appositi fori onde consentire l'articolazione della griglia al telaio ed evitare il furto e/o la manomissione; concavità centrale, ove prevista, per realizzare la minima pendenza utile sull'estradosso; rilievi antisdrucchiolo.

Tutte le griglie ed i telai devono riportare il marchio di un ente di certificazione terzo, la sigla EN 124:2015, la classe di resistenza, il marchio del produttore in codice, il luogo di fabbricazione la data del lotto di produzione.

Il telaio del dispositivo deve avere forma simile a quella del pozzetto su cui andrà posato e la dimensione di passaggio deve essere compatibile a quella del pozzetto purchè sia garantito il completo appoggio della sua base sulla testa del pozzetto e/o che sia rispettato un valore

massimo della pressione di appoggio pari a 7,5 N/mm<sup>2</sup>. Posizionare il telaio sul pozzetto (la dimensione di passaggio del chiusino deve essere  $\leq$  alla dimensione interna del pozzetto) purché sia garantito il completo appoggio della sua base sulla testa del pozzetto e/o che sia rispettato il valore massimo della pressione d'appoggio pari a 7.5 N/mm<sup>2</sup> - vd UNI/TR 11256:2007) predisponendo una protezione per la parte interna da eventuali sbavature di malta durante la posa.

Assicurarsi che la malta cementizia, (composta utilizzando cemento Portland con classe di resistenza a compressione di almeno 50 N/mm<sup>2</sup> e rispettando i tempi di maturazione prescritti dal produttore), riempia lo spazio sottostante il telaio fino a traboccare dalle asole curando il livellamento del pezzo sulla base di appoggio. Eventuali spessori raggiunti quota devono essere di materiale idoneo all'utilizzo a cui sono destinati, devono avere una resistenza alla compressione minima di 20N/mm<sup>2</sup> e devono essere inseriti fra la testa del pozzetto e la zona di appoggio del telaio opportunamente conglobati nel materiale del letto di posa formandone un tutt'uno. Non è ammesso l'uso di mattoni forati, mattonelle e/o piastrelle frantumate, pezzi di legno o di materiale plastico e, comunque, di qualsiasi materiale che non dia le necessarie garanzie di resistenza e durata. Non è ammesso il posizionamento del telaio direttamente sulla testa del pozzetto senza utilizzo della malta cementizia.

La malta, durante il riempimento, non deve arrivare al bordo del telaio (almeno 3cm – 4cm prima) in modo da permettere la rifinitura a livello con la stesa del successivo manto bituminoso.

Nel caso sia necessario operare velocemente, i chiusini/caditoie devono essere collocati su materiali di posa ad indurimento rapido aventi le seguenti caratteristiche minime:

- Granulometria massima 4 mm
- Massa volumica della malta fresca >2100 kg/m<sup>3</sup>
- Aumento volumetrico in 1gg +0.5 %
- Tempo di lavorabilità ~15 min
- Resistenza alla compressione dopo 30min >1.5 N/mm<sup>2</sup>
- dopo 1h >8.0 N/mm<sup>2</sup>
- dopo 24h >35.0 N/mm<sup>2</sup>
- dopo 28gg >50.0 N/mm<sup>2</sup>

Resistenza caratteristica a compressione del materiale a fine indurimento 50 N/mm<sup>2</sup>.

Dopo aver rimosso la protezione per la luce interna del telaio, ripulire da ogni eventuale residuo di malta e bitume le seguenti parti:

- Le superfici di appoggio dei coperchi;
- I vani cerniera dove presenti;
- I vani chiave dove presenti;
- Le guarnizioni interne dove presenti.

Il coperchio/griglia deve essere inserito con cautela nel telaio (ad esempio per mezzo di un dispositivo di sollevamento meccanico o utilizzando chiavi di sollevamento) solo dopo che il materiale abbia fatto una sufficiente presa e resistenza alla compressione, per non comprometterne il corretto posizionamento. Prima di rendere transitabile il chiusino/caditoia rispettare i tempi di maturazione forniti dal produttore del cemento e in mancanza d'indicazioni rispettare un tempo di attesa di almeno 72 ore. L'utilizzo delle malte deve avvenire seguendo le istruzioni del fabbricante del prodotto (dosaggio, rapporto acqua/cemento, posa in opera, tempi di maturazione).

Rispettare il tempo minimo di maturazione della malta prima di sollecitare il chiusino con i carichi di esercizio. Il tempo minimo è in funzione della temperatura e del grado di umidità. Evitare il contatto diretto fra i dispositivi di compattazione ed il chiusino/caditoia per evitare possibili danni al telaio, al coperchio/griglia e allo strato del letto di posa.

### **2.7.8 TUBI IN PEAD PER CONDOTTE IN PRESSIONE**

Materia prima per la produzione dei tubi

Le caratteristiche di composizione dei tubi devono rispettare le indicazioni di cui al prospetto I della UNI 10910-1:2001, in particolare:

Prova	Valore di riferimento	Riferimento normativo
Massa volumica	$\geq 930 \text{ kg/m}^3$	ISO 1183
Contenuto di nerofumo	$2 \div 2,5\%$	UNI ISO 6864:1987
Dispersione del nerofumo	$\leq \text{grado } 3$	UNI ISO 11420:2011
Tempo di induzione all'ossidazione	$> 20 \text{ min a } 200^\circ\text{C}$	UNI EN 728 :1998

La conformità dei suddetti requisiti dovrà essere dimostrata dal produttore del compound. Il colore delle tubazioni può essere nero o blu.

La materia prima da impiegare per l'estrusione del tubo dovrà essere prodotta da primari e riconosciuti produttori europei e derivata esclusivamente dalla polimerizzazione, o con polimerizzazione, dell'etilene, stabilizzata ed addizionata dal produttore stesso della resina di opportuni additivi, uniformemente dispersi nella massa granulare.

Tali additivi (antiossidanti, lubrificanti, stabilizzanti, carbon black) sono dosati e addizionati al polimero dal produttore di resina in fase di formazione del compound, e sono destinati a migliorare le performances di trafilatura, iniezione, resistenza agli agenti atmosferici ed invecchiamento del prodotto finito.

Tali additivi devono risultare uniformemente dispersi nella massa granulare e, per il carbonblack, devono essere rispettati i parametri di dispersione e ripartizione stabiliti dalle norme UNI di riferimento, nonché il contenuto (2 ÷ 2.5% in peso).

Il compound, all'atto dell'immissione nella tramoggia di carico dell'estrusore, deve presentare un tenore massimo di umidità non superiore a 300 ppm.

Le materie prime utilizzate devono essere comprese nell'elenco di quelle omologate dall'IIP (Istituto Italiano dei Plastici).

#### Garanzie del produttore

##### a) Materia prima

Il fornitore è obbligato, su esplicita richiesta della stazione appaltante, a consegnare un campione di materia prima utilizzata per la produzione dei tubi, oltre che le specifiche tecniche di tale materiale, per un eventuale comparazione tra materia prima e tubo.

##### b) Tubo

Il produttore deve mantenere a disposizione della stazione appaltante la documentazione relativa ai lotti di materia prima utilizzati per la produzione dei tubi e la documentazione dei collaudi eseguiti sugli stessi; all'atto della consegna il fornitore alleggerà ai documenti di trasporto una dichiarazione di conformità.

#### Divieti costruttivi

Non è ammesso l'impiego anche se parziale di:

- compound e/o materiale base ottenuto per rigenerazione di polimeri di recupero anche se selezionati;
- compound e/o materiale base ottenuto per ri-masterizzazione di materiali neutri e addizionati successivamente con additivi da parte del produttore del tubo o aziende diverse dal produttore di materia prima indicato in marcatura;
- lotti di compound provenienti da primari produttori europei, ma dagli stessi indicati come lotti caratterizzati da parametri, anche singoli, (MFI, massa volumica, umidità residua, sostanze volatili, ecc.) non conformi al profilo standard del prodotto;
- la miscelazione pre-estrusione tra compound chimicamente e fisicamente compatibili ma provenienti da materie prime diverse, anche se dello stesso produttore;
- l'impiego di materiale rigranulato di primo estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubo già estruso, anche se aventi caratteristiche conformi alla presente specifica.

#### Controlli

La materia prima e i tubi devono essere controllati secondo i piani di controllo.

Il contenuto d'acqua della materia deve essere inoltre misurato (mediante determinazione coulometrica di Karl Fisher), prelevando un campione dalla tramoggia di carico dell'estrusore, con cadenza giornaliera.

#### Facoltà ispettiva della stazione appaltante

La stazione appaltante potrà esercitare nei confronti del produttore di tubi, a sua esclusiva discrezione, le seguenti azioni ispettive ed i seguenti controlli:

- a) accesso in qualsiasi momento della produzione agli stabilimenti di produzione;
- b) prelievo, in qualsiasi momento della produzione, di campioni di tubo e/o di materia prima, sia in tramoggia di alimentazione dell'estrusore, sia da sacchi o da silos di stoccaggio;
- c) esecuzione, in presenza di delegati della committente, di qualsiasi delle prove previste dalle norme vigenti;
- d) analisi di corrispondenza quali-quantitativa tra tubo e compound dichiarato in marcatura e/o analisi dei traccianti caratteristici dei compound da delegare al produttore di materia prima.

#### Certificazione di qualità

Il produttore dovrà essere in possesso della certificazione di qualità aziendale in conformità alla norma ISO 9001 e ISO 14001 rilasciata da ente competente e accreditato, e associato a IQNet.

#### Caratteristiche dimensionali e meccaniche

Il materiale impiegato per la produzione dei tubi e dei raccordi dovrà essere esclusivamente del tipo PE 80 e PE 100, con riferimento alla UNI 10910-1:2001 e UNI 10910-2:2001 i tubi per la distribuzione dell'acqua sono ora classificati secondo:

– il rapporto dimensionale normalizzato (SDR), dato dal rapporto tra il diametro esterno nominale (Dn) e lo spessore nominale della parete:

tubi in PE 80 SDR 26, SDR 17, SDR 11, SDR 7,4

tubi in PE 100 SDR 26, SDR 17, SDR 11, SDR 7,4;

– la pressione nominale per i valori suddetti di SDR vale rispettivamente:

tubi in PE 80 PN 5, PN 8, PN 12,5, PN 20

tubi in PE 100 PN 6,3, PN 10, PN 16, PN 25.

Devono presentare superficie interna ed esterna liscia ed uniforme, esente da irregolarità e difetti, sezione compatta ed esente da cavità o da bolle.

Il diametro medio esterno e il relativo massimo scostamento dalla circolarità deve essere conforme al prospetto 1 della UNI 10910-2:2001.

Gli spessori di parete (S) e le relative tolleranze per la serie di tubi SDR 6 (S = 2,5) – SDR 7,4 (S = 3,2) – SDR 9 (S = 4) – SDR 11 (S = 5) – SDR 13,6 (S = 6,3) – SDR 17 (S = 8) – SDR 17,6 (S = 8,3) – SDR 21 (S = 10) – SDR 26 (S = 12,5) – SDR 33 (S = 16) – SDR 41 (S = 20) debbono essere conformi al prospetto 2 della UNI 10910-2:2001.

I tubi potranno essere del tipo:

– tubi a bassa densità (PE b.d.) prodotto per polimerizzazione dell'etilene sotto alta pressione;

– tubi ad alta densità (PE a.d.) prodotto sotto bassa pressione.

I tubi PE b.d. devono possedere i requisiti di cui al prospetto I (Caratteristiche generali dei polimeri) della norma UNI 7990:2015, che distingue le serie di tubi PE 25 e PE 32. Per gli spessori si farà riferimento ai prospetti IVa (Dimensioni per tubi della serie PE 25) e IVb (Dimensioni per tubi della serie PE 32), riferiti ai valori di pressioni nominali PN (4,6 10). Gli

spessori dei tubi saranno rapportati a 4 valori normalizzati della pressione nominale di esercizio (PN 2,5 – 4 – 6 – 10 Kgf/cm<sup>2</sup>) riferita alla temperatura di 20°C. Per l'esecuzione di prove di controllo si farà riferimento alla UNI 7991.

#### Tolleranze dimensionali

Le misurazioni devono essere eseguite con strumenti la cui precisione risponde al punto 4.2 della UNI 7615:1996.

La resistenza del materiale alla prefissata sollecitazione di 150 bar (15 MPa) sarà saggiata mediante ulteriore prova di pressione interna, su provetta, da eseguirsi con le modalità di cui al punto 4.5 della norma citata. Gli altri requisiti saranno verificati sempre con riferimento alla UNI 7615:1996.

Per le canne dei due sifoni si utilizzeranno tubazioni in PEAD PE100 sigma 80 PN10 di diametri 800 e 500, con giunzione mediante manicotti di raccordo o flange o saldature per fusione, rispondenti alle norme PREN 12201-2 e UNI EN ISO 15494:2015 e alle prescrizioni igienico sanitarie del Ministro della Sanità relative a manufatti per liquidi.

Per la realizzazione delle tubazioni dell'acquedotto si prevede di utilizzare tubazioni in PEAD per condotte di acqua potabile PN 16 di diametri 90 e 160 mm, con giunzione mediante manicotti di raccordo o flange o saldature per fusione.

Le principali caratteristiche del polietilene ad alta densità possono desumersi dalla NORMA UNI 10910 PER SISTEMI DI TUBAZIONI IN POLIETILENE (PE) PER LA DISTRIBUZIONE DI ACQUA, che ha sostituito le norme UNI 7611:1991 + F.A.1 (tubi) e UNI 7612:1994+F.A.1 (raccordi)

La realizzazione dell'acquedotto mediante tubazioni in P.E.A.D. dovrà avvenire rispettando in toto le istruzioni dell'Istituto Italiano Plastici.

### **3. IMPIANTO DI TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA IN CONTINUO**

L'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia è costituito da una batteria di tre vasche in polietilene realizzate con tecnologia dello stampaggio rotazionale e alle caratteristiche chimico-fisico-meccaniche del polietilene lineare ad alta densità (LLDPE). Tali

vasche della capacità cadauna di mc46,5 garantisce il trattamento di una portata massima di 450 l/sec ovvero un trattamento per ogni linea di 150 l/sec

Il diametro del serbatoio da interro è di ml 2,10 e la lunghezza di ml 16,92

### **3.1 MODALITA DI POSA**

Lo scavo, di idonee dimensioni con fondo piano, in modo che intorno al serbatoio vi sia uno spazio di 50cm. Predisporre sul fondo scavo un solettone in cemento armato

in modo che il serbatoio poggi su una base uniforme e livellata

Sul solettone verrà predisposto uno strato di cm 10 di misto naturale stabilizzato a cemento sul quale verrà posato il serbatoio

Posare il serbatoio totalmente vuoto sul letto di naturale stabilizzato distribuito sul fondo dello scavo, riempire progressivamente il serbatoio con acqua e contemporaneamente rinfiancare con misto stabilizzato a cemento : procedere per strati successivi

di 15/20cm continuando a riempire prima il serbatoio e successivamente rinfiancando

Riempire il serbatoio fino a 3/4 della capacità e ricoprire gli ultimi 40cm

Riempire totalmente il serbatoio e procedere dopo aver installato le prolunghe dei pozzetti al ricoprimento dell'area con circa 50 cm di materiale proveniente dagli scavi e gli ultimi 30 cm con terreno vegetale.

## **4. MOVIMENTI DI MATERIE, OPERE MURARIE E VARIE**

### **4.1 ART. 8 Collocamento In Opera**

L'Appaltatore, oltre alle modalità esecutive prescritte per ogni categoria di lavoro, è obbligato ad impiegare ed eseguire tutte le opere provvisorie ed usare tutte le cautele ritenute a suo giudizio indispensabili per la buona riuscita delle opere e per la loro manutenzione e per garantire da eventuali danni o piene sia le attrezzature di cantiere che le opere stesse.

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelievamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria, ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti.

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che le venga ordinato dalla Direzione dei Lavori, anche se forniti da altre ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o assistenza del personale di altre ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

#### **4.2 ART. 9 Scavi in genere**

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui alle norme tecniche vigenti, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà, inoltre, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori) ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, il loro utilizzo e/o deposito temporaneo avverrà nel rispetto delle disposizioni del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. e del D.M. n. 161/2012 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo". In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di intralcio o danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

La Direzione dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, si applicano le disposizioni di legge.

L'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli nel luogo stabilito negli atti contrattuali, intendendosi di ciò compensato coi prezzi degli scavi e delle demolizioni relative.

Qualora gli atti contrattuali prevedano la cessione di detti materiali all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

#### **4.3 ART. 10 Scavi di Sbancamento**

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie ecc.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovano al di sotto del piano di campagna o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo), quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati, poiché per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta.

#### **4.4 ART. 11 Scavi di Fondazione e Subacquei, e Prosciugamenti**

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti, in ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e

cunette. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione, dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione. Le profondità, che si trovano indicate nei disegni, sono perciò di stima preliminare e la stazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

E' vietato all'appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la direzione dei lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni. I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della direzione dei lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che resta vuoto, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

L'appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellamenti e sbadacchiature, alle quali deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo le venissero impartite dalla direzione dei lavori.

Col procedere delle murature l'appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà della stazione appaltante; i legnami però, che a giudizio della direzione dei lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

Se dagli scavi in genere e dagli scavi di fondazione, malgrado l'osservanza delle prescrizioni precedenti, l'appaltatore, in caso di filtrazioni o acque sorgive, non potesse far defluire l'acqua

naturalmente, è in facoltà della direzione dei lavori di ordinare, secondo i casi, e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento.

Sono Considerati Come Scavi Subacquei Soltanto Quelli Eseguiti In Acqua A Profondità Maggiore Di 20 Cm Sotto Il Livello Costante A Cui Si Stabiliscono Le Acque Sorgive Nei Cavi, Sia Naturalmente, Sia Dopo Un Parziale Prosciugamento Ottenuto Con Macchine O Con L'apertura Di Canali Di Drenaggio.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando la direzione dei lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi verranno eseguiti in economia, e l'appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari. Per i prosciugamenti praticati durante la esecuzione delle murature, l'appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

#### **4.5 ART. 12 Rilevati e rinterri**

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei Lavori, si impiegheranno in generale, nel rispetto delle norme vigenti relative tutela ambientale, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei Lavori.

Le terre, macinati e rocce da scavo, per la formazione di aree prative, sottofondi, rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, conferiti in cantiere, devono rispettare le norme vigenti, i limiti previsti dalla Tabella 1 - Valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare, colonna A (Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale) e colonna B (Siti ad uso Commerciale ed Industriale) dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e il

D.M. 161/2012 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo".

Per i rilevati e i rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature o pareti di scavo, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei Lavori.

E' vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore.

E' obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scoticata ove occorra, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

#### **4.6 ART. 13 Paratie O Casseri**

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formati con pali o tavoloni o palancole infissi nel suolo e con longarine o filagne di collegamento in uno o più

ordini, a distanza conveniente della qualità e dimensioni che saranno prescritte. I tavoloni debbono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzi sotto la battitura, o che nella discesa devii dalla verticale, deve essere estratto e sostituito a cura ed a spese dell'Appaltatore; esso può essere reinserto regolarmente se ancora utilizzabile a giudizio della Direzione dei Lavori.

Le teste dei pali o dei tavoloni debbono essere muniti di adatte cerchiature in ferro per evitare le scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio. Le punte dei pali e dei tavoloni, preventivamente spianate, debbono essere munite di puntazze in ferro quando la Direzione dei Lavori lo giudichi necessario.

Le teste delle palancole debbono essere portate al livello delle longarine, recidendone la parte sporgente quando sia stata riconosciuta l'impossibilità di farle maggiormente penetrare nel terreno.

Quando le condizioni del sottosuolo lo permettono, i tavoloni o le palancole anziché infissi nel terreno, possono essere posti orizzontalmente sulla fronte dei pali verso lo scavo e debbono essere assicurati ai pali stessi mediante robusta ed abbondante chiodatura, in modo da formare una parete stagna e resistente.

#### 4.7 ART. 14 Malte E Conglomerati

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla Direzione dei Lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

1°	Malta comune: Calce comune in pasta Sabbia	0,45 m <sup>3</sup> 0,90 m <sup>3</sup>
2°	Malta semidraulica di pozzolana: Calce comune in pasta Sabbia Pozzolana	0,45 m <sup>3</sup> 0,45 m <sup>3</sup> 0,45 m <sup>3</sup>
3°	Malta idraulica: Calce idraulica Sabbia	\$MANUAL\$ q 0,90 m <sup>3</sup>
4°	Malta idraulica di pozzolana: Calce comune in pasta Pozzolana	0,45 m <sup>3</sup> 0,90 m <sup>3</sup>
5°	Malta cementizia: Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia	\$MANUAL\$ q 1,00 m <sup>3</sup>
6°	Malta cementizia (per intonaci): Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia	\$MANUAL\$ q 1,00 m <sup>3</sup>
7°	Calcestruzzo idraulico (per fondazione): Malta idraulica	0,45 m <sup>3</sup>

	Pietrisco o ghiaia	0,90 m <sup>3</sup>
8°	Smalto idraulico per cappe: Malta idraulica Pietrisco	0,45 m <sup>3</sup> 0,90 m <sup>3</sup>
9°	Conglomerato cementizio (per fondazioni non armate): Cemento normale (a lenta presa) Sabbia Pietrisco o ghiaia	2,00 q 0,400 m <sup>3</sup> 0,800 m <sup>3</sup>
10°	Conglomerato cementizio (per cunette, piazzuole, ecc.): Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia Pietrisco o ghiaia	2÷2,5 q 0,400 m <sup>3</sup> 0,800 m <sup>3</sup>
11°	Conglomerato per calcestruzzi semplici ed armati: Cemento Sabbia Pietrisco e ghiaia	3,00 q 0,400 m <sup>3</sup> 0,800 m <sup>3</sup>
12°	Conglomerato cementizio per pietra artificiale (per parapetti o coronamenti di ponti, ponticelli o tombini): Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia Pietrisco o ghiaia Graniglia marmo nella parte vista battuta a martellina	3,50 q 0,400 m <sup>3</sup> 0,800 m <sup>3</sup> \$MANUAL\$ m <sup>3</sup>
13°	Conglomerato per sottofondo di pavimentazioni in cemento a doppio strato: Agglomerante cementizio a lenta presa Sabbia Pietrisco	2,00 q 0,400 m <sup>3</sup> 0,800 m <sup>3</sup>
14°	Conglomerato per lo strato di usura di pavimenti in cemento a due strati, oppure per pavimentazioni ad unico strato: Cemento ad alta resistenza Sabbia Pietrisco	3,50 q 0,400 m <sup>3</sup> 0,800 m <sup>3</sup>

Quando la Direzione dei Lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste. I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla Direzione dei Lavori e che l'Appaltatore sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione.

L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.

Gli ingredienti componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Nella composizione di calcestruzzi con malta di calce comune od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta

per tutta la superficie. Per i conglomerati cementizi semplici o armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni del D.M. 14 gennaio 2008. Quando sia previsto l'impiego di acciai speciali sagomati ad alto limite elastico deve essere prescritto lo studio preventivo della composizione del conglomerato con esperienze di laboratorio sulla granulometria degli inerti e sul dosaggio di cemento per unità di volume del getto. Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario compatibile con una sufficiente lavorabilità del getto e comunque non superiore allo 0,4 in peso del cemento, essendo inclusa in detto rapporto l'acqua unita agli inerti, il cui quantitativo deve essere periodicamente controllato in cantiere. I getti debbono essere convenientemente vibrati. Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da frequenti prove a compressione su cubetti prima e durante i getti. Gli impasti sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto è possibile in vicinanza del lavoro. I residui di impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli di malta formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento. Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

#### **4.8 ART. 15 Demolizioni e rimozioni**

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia parziali che complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi, danni collaterali o disturbo.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei Lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della Stazione Appaltante.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nei loro assestamenti e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della Stazione Appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Appaltatore essere trasportati fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

#### **4.9 ART. 16 Calcestruzzi e cemento armato**

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità con quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 e dalle relative norme vigenti.

Il calcestruzzo da impiegarsi per qualsiasi lavoro sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali di altezza da 20 a 30 cm, su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato, per modo che non resti alcun vano nello spazio che deve contenerlo e nella sua massa.

Quando il calcestruzzo sia da collocare in opera entro cavi molto stretti od a pozzo, esso dovrà essere calato nello scavo mediante secchi a ribaltamento.

Solo nel caso di scavi molto larghi, la Direzione dei Lavori potrà consentire che il calcestruzzo venga gettato liberamente, nel qual caso prima del conguagliamento e della battitura deve, per ogni strato di 30 cm d'altezza, essere ripreso dal fondo del cavo e rimpastato per rendere uniforme la miscela dei componenti.

Quando il calcestruzzo sia da calare sott'acqua, si dovranno impiegare tramogge, casse apribili o quegli altri mezzi d'immersione che la Direzione dei Lavori prescriverà, ed userà la diligenza necessaria ad impedire che, nel passare attraverso l'acqua, il calcestruzzo si dilavi con pregiudizio della sua consistenza.

Finito che sia il getto, e spianata con ogni diligenza la superficie superiore, il calcestruzzo dovrà essere lasciato assodare per tutto il tempo che la Direzione dei Lavori stimerà necessario.

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le norme contenute nel D.P.R. 380/2001 e s.m.i., nel D.M. 14 gennaio 2008 e nella relativa normativa vigente.

Tutte le opere in cemento armato facenti parte dell'opera appaltata saranno eseguite in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico libero professionista iscritto all'albo, e che l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori entro il termine che le verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che le verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.

L'esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione dei Lavori nell'esclusivo interesse della Stazione Appaltante, l'Appaltatore stesso rimane unico e completo responsabile delle opere, sia per quanto ha rapporto con la loro progettazione e calcolo, che per la qualità dei materiali e la loro esecuzione; di conseguenza egli dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualunque natura, importanza e conseguenza essi potessero risultare.

La responsabilità verrà invece lasciata piena e completa all'Appaltatore, anche per ciò che concerne forma, dimensioni e risultanze di calcoli, quando si tratti di appalti nei quali venga ammessa la presentazione da parte dell'Appaltatore del progetto esecutivo delle opere in cemento armato.

Tale responsabilità non cessa per effetto di revisioni o eventuali modifiche suggerite dalla Stazione Appaltante o dai suoi organi tecnici ed accettate dall'Appaltatore.

Avvenuto il disarmo, la superficie delle opere sarà regolarizzata con malta cementizia: l'applicazione si farà previa pulitura e lavatura delle superfici delle gettate e la malta dovrà essere ben conguagliata con cazzuola e fratazzo, con l'aggiunta di opportuno spolvero di cemento puro.

## 5. COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN GENERE

### 5.1 ART. 17 Movimentazione E Posa Delle Tubazioni

#### Generalità

Nella costruzione delle condotte costituenti l'opera oggetto del presente appalto, saranno osservate le vigenti Norme tecniche:

- la normativa del Ministero dei lavori pubblici;
- le disposizioni in materia di sicurezza igienica e sanitaria di competenza del Ministero della sanità;
- le norme specifiche concernenti gli impianti fissi antincendio di competenza del Ministero dell'interno;
- le prescrizioni di legge e regolamentari in materia di tutela delle acque e dell'ambiente dall'inquinamento;
- le speciali prescrizioni in vigore per le costruzioni in zone classificate sismiche, allorché le tubazioni siano impiegate su tracciati che ricadano in dette zone;
- altre eventuali particolari prescrizioni, purché non siano in contrasto con la normativa vigente, in vigore per specifiche finalità di determinati settori come quelle disposte dalle Ferrovie dello Stato per l'esecuzione di tubazioni in parallelo con impianti ferroviari ovvero di attraversamento degli stessi.

Le prescrizioni di tutto l'articolo "Movimentazione e Posa delle Tubazioni" si applicano a tutte le tubazioni in generale; si applicano anche ad ogni tipo delle tubazioni di cui agli articoli seguenti di questo capitolo, tranne per quanto sia incompatibile con le specifiche norme per esse indicate.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

#### Movimentazione delle tubazioni

##### 1) Carico, trasporto e scarico

Il carico, il trasporto con qualsiasi mezzo (ferrovia, nave, automezzo), lo scarico e tutte le manovre in genere, dovranno essere eseguiti con la maggiore cura possibile adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi ed adottando tutti gli accorgimenti necessari

al fine di evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere ai materiali costituenti le tubazioni stesse ed al loro eventuale rivestimento.

Pertanto si dovranno evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, strisciamenti, contatti con corpi che possano comunque provocare deterioramento o deformazione dei tubi. Nel cantiere dovrà predisporre quanto occorra (mezzi idonei e piani di appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare.

## 2) Accatastamento e deposito

L'accatastamento dovrà essere effettuato disponendo i tubi a cataste in piazzole opportunamente dislocate lungo il tracciato su un'area piana e stabile protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparate dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche.

La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio.

L'altezza sarà contenuta entro i limiti adeguati ai materiali ed ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo.

I tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione dovranno, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta.

Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisori.

I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con olii o grassi e non sottoposti a carichi.

Le guarnizioni in gomma (come quelle fornite a corredo dei tubi di ghisa sferoidale) devono essere immagazzinate in locali freschi ed in ogni caso riparate dalle radiazioni ultraviolette, da ozono. Saranno conservate nelle condizioni originali di forma, evitando cioè la piegatura ed ogni altro tipo di deformazione.

Non potranno essere impiegate guarnizioni che abbiano subito, prima della posa, un immagazzinamento superiore a 36 mesi.

## **Scavo per la tubazione**

### 1) Apertura della pista

Per la posa in opera della tubazione l'Appaltatore dovrà anzitutto provvedere all'apertura della pista di transito che occorra per consentire il passaggio, lungo il tracciato, dei mezzi necessari alla installazione della condotta.

A tal fine sarà spianato il terreno e, là dove la condotta dovrà attraversare zone montuose con tratti a mezza costa, sarà eseguito il necessario sbancamento; in alcuni casi potranno anche doversi costruire strade di accesso. L'entità e le caratteristiche di dette opere provvisorie varieranno in funzione del diametro e del tipo di tubazioni nonché della natura e delle condizioni del terreno.

## 2) Scavo e nicchie

Nello scavo per la posa della condotta si procederà di regola da valle verso monte ai fini dello scolo naturale delle acque che si immettono nei cavi.

Lo scavo sarà di norma eseguito a pareti verticali con una larghezza eguale almeno a  $DN + 50$  cm (dove DN è il diametro nominale della tubazione, in centimetri), con un minimo di 60 cm per profondità sino a 1,50 m e di 80 cm per profondità maggiori di 1,50 m.

Quando la natura del terreno lo richieda potrà essere autorizzato dalla Direzione dei Lavori uno scavo a sezione trapezia con una determinata pendenza della scarpa, ma con il fondo avente sempre la larghezza sopra indicata, a salvaguardia dell'incolumità degli operai.

Il terreno di risulta dallo scavo sarà accumulato dalla parte opposta - rispetto alla trincea - a quella in cui sono stati o saranno sfilati i tubi, allo scopo di non intralciare il successivo calo dei tubi stessi.

Le pareti della trincea finita non devono presentare sporgenze di blocchi o massi o di radici.

Il fondo dello scavo dovrà essere stabile ed accuratamente livellato prima della posa della tubazione in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti e consentire l'appoggio uniforme dei tubi per tutta la loro lunghezza.

Questa regolarizzazione del fondo potrà ottenersi con semplice spianamento se il terreno è sciolto o disponendo uno strato di terra o sabbia ben costipata se il terreno è roccioso.

Le profondità di posa dei tubi sono indicate sui profili longitudinali delle condotte mediante "livелlette" determinate in sede di progetto oppure prescritte dalla Direzione dei Lavori.

Saranno predisposte, alle prevedibili distanze dei giunti, opportune nicchie, sufficienti per potere eseguire regolarmente nello scavo tutte le operazioni relative alla formazione dei giunti.

Per tutto il tempo in cui i cavi dovranno rimanere aperti per la costruzione delle condotte, saranno ad esclusivo carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per armature, esaurimenti di acqua, sgombero del materiale eventualmente franato e la perfetta manutenzione del cavo, indipendentemente dal tempo trascorso dall'apertura dello stesso e dagli eventi meteorici verificatisi, ancorché eccezionali.

L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento della fornitura dei tubi; pertanto, gli scavi per posa condotte potranno essere sospesi a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori qualora la costruzione della condotta già iniziata non venga sollecitamente completata in ogni sua fase, compresa la prova idraulica ed il rinterro.

## **5.2 Stoccaggio, movimentazione e posa in opera delle tubazioni**

### **Movimentazione**

La movimentazione dei tubi in cantiere sia in fase di carico che di scarico, dovrà essere adeguata alle caratteristiche ed alla lunghezza delle singole barre per evitare eventuali danneggiamenti, sia alla struttura stessa dei tubi che ai rivestimenti.

Si consiglia l'utilizzo di fasce o di funi che non vadano ad incidere le pareti del tubo e che sollevino il tubo in due (escludendo le estremità) o più punti della barra.

Dovrà essere assolutamente evitato:

- l'utilizzo di ganci che afferrino il tubo dall'interno;
- la possibilità di urto col terreno o altro per effetto di caduta;
- il traino delle barre a contatto del terreno o di corpi che ne ostacolano lo scorrimento;
- il sollevamento di forza della barra incastrata.

Nella movimentazione dei tubi e pezzi speciali, si dovrà evitare tassativamente che i tubi siano fatti strisciare per terra o sulle sponde dei mezzi di trasporto sia in fase di carico che in fase di scarico, sollevandoli, invece, ed appoggiandoli accuratamente, utilizzando ganci e/o

imbracature opportunamente rivestite di materiale morbido per evitare danneggiamenti alle estremità e/o ai rivestimenti. qualora siano sospesi, di farli urtare contro corpi rigidi.

Non si dovrà lasciare mai cadere i tubi, aprire le ribalte laterali per il carico e lo scarico.

Lo scarico dei tubi dai mezzi di trasporto dovrà essere effettuato con tutte le precauzioni atte ad evitare danni di qualsiasi genere, sia alla struttura stessa dei tubi, che a rivestimenti.

Il rotolamento dei tubi a mano può essere consentito solo qualora i piani di rotolamento siano esenti da asperità ed il movimento sia controllato, per esempio con l'uso di cinghie. Nei tratti in pendenza, i tubi devono essere guidati con mezzi idonei, per impedire un rotolamento troppo veloce ed irregolare. Si deve impedire l'urto contro i materiali già scaricati. Infine, nel rotolamento si devono tenere a portata di mano dei ceppi bloccanti.

Qualora i tubi provengano imballati, essi devono essere scaricati, se possibile, prima di sciogliere gli imballi. All'apertura di questi, si dovrà evitare che i tubi degli strati più alti rotolino al suolo.

Gli apparecchi utilizzati per le operazioni di carico e scarico (escavatori, gru, ecc.) devono essere equipaggiati con dispositivi di sollevamento ed abbassamento graduale, in modo tale da impedire movimenti bruschi del carico.

L'agganciamento a mezzo gru dovrà essere eseguito utilizzando appositi ganci piatti rivestiti di gomma od a mezzo di opportune braghe di tela gommata di adeguata robustezza o con cinghie di nylon o canapa; in ogni caso sarà vietato l'aggancio a mezzo cappio di funi metalliche.

I dispositivi di presa ed alloggiamento del carico (colli di cigno, catene, cinghie, ecc.) devono essere realizzati ed applicati in modo tale da non compromettere la sicurezza e non danneggiare il materiale trasportato, in particolare alle estremità ed ai rivestimenti protettivi; a tal fine, le imbracature devono essere opportunamente rivestite di materiale morbido. È vietato utilizzare per il sollevamento ganci inseriti forando il vertice dei tubi. Non è ammesso applicare dispositivi di imbracatura ai denti del cucchiaio di escavatori e pale cariatrici.

In ogni caso, qualora si verificano danneggiamenti ai rivestimenti protettivi esterni, i punti danneggiati devono essere trattati con la stessa sostanza protettiva prima di calare il tubo nella fossa.

Nelle operazioni di carico e scarico, si devono osservare le prescrizioni in materia di prevenzione degli infortuni ed in difetto le specifiche tecniche delle ditte costruttrici e delle associazioni di categoria. Gli operatori devono portare protezioni, come elmetto, guanti, scarpe rinforzate, ecc.

Sarà cura del personale addetto accertarsi che nessuno soste nella zona di pericolo.

### **Trasporto**

Il mezzo di trasporto dovrà essere adatto al tipo di tubo trasportato. La superficie di carico dovrà essere libera da residui che possano favorire lo slittamento di tubi e pezzi speciali. A seconda del materiale con cui sono costituiti i tubi, questi possono presentare la superficie liscia e scivolosa, pertanto al fine di prevenire lo scivolamento durante il trasporto assicurare gli stessi con una rete.

I tubi verranno disposti sui mezzi di trasporto in orizzontale, parallelamente od ortogonalmente rispetto all'asse del veicolo, oppure in verticale. Nel trasporto ferroviario, si preferirà la disposizione parallela all'asse del veicolo.

Il carico deve essere assicurato mediante sponde, pezzi di legno, cunei e – in caso di necessità – mediante reggiature addizionali con catene di ancoraggio, cinghie o funi di acciaio. I mezzi per assicurare il carico devono essere applicati in modo tale da evitare sollecitazioni concentrate in punti singoli. Si dovrà fare attenzione che catene, cinghie e funi di acciaio siano ben tesi.

Nel caso di disposizione dei tubi in strati sovrapposti, i tubi dello strato superiore si devono collocare sopra tavole di legno squadrato, oppure nelle selle ricavate tra i tubi dello strato inferiore. Le tavole in legno devono essere disposte il più possibile una accanto all'altra ed assicurate con cunei anche nella parte inferiore. I cunei devono essere applicati alle tavole di legno in modo tale che non si possano muovere. Prima dell'uso, tavole e cunei devono essere accuratamente ispezionati.

Per evitare il danneggiamento delle estremità, a causa di vibrazione durante il trasporto, sarà opportuno supportare i tubi per tutta la loro lunghezza.

Accatastamento dei tubi in cantiere

L'accatastamento dei tubi in cantiere dovrà essere effettuato disponendo i tubi su un'area piana e stabile, protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparata dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche.

La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio.

L'altezza sarà contenuta entro limiti adeguati ai materiali ed ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo.

I tubi accatastati devono essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione devono, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta.

Nel depositare i tubi sul ciglio dello scavo è indispensabile curare che i tubi siano in equilibrio ben stabile e sistemati in modo tale che non possa entrare terra o acqua di scorrimento per precipitazioni atmosferiche.

È consigliabile che la permanenza dei tubi sul ciglio dello scavo sia ridotta al minimo indispensabile.

Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisori.

I tubi muniti di bicchiere devono essere accatastati interponendo appositi distanziatori, in modo che sia evitato il mutuo contatto tra i bicchieri, al fine di evitarne la deformazione. Per evitare che i bicchieri subiscano sollecitazioni, dovrà anche aversi cura che i tubi si appoggino l'uno all'altro lungo intere generatrici, disponendo i bicchieri alternativamente sistemati da una parte e dall'altra della catasta e sporgenti da essa.

Tutti i pezzi speciali devono essere depositati ed accatastati in modo tale da non essere danneggiati.

Deposito dei giunti, delle guarnizioni e degli accessori

I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, devono essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi, entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con olii o grassi e non sottoposti a carichi.

In particolare, le guarnizioni in gomma devono essere conservate entro i sacchi o le scatole in cui sono pervenute in cantiere, in luoghi freschi, secchi e la cui temperatura non superi + 20°C e non scenda sotto - 10°C.

## 1) Sfilamento dei tubi

Col termine "sfilamento" si definiscono le operazioni di trasporto dei tubi in cantiere, dalla catasta a piè d'opera lungo il tracciato, ed il loro deposito ai margini della trincea di scavo.

In genere converrà effettuare lo sfilamento prima dell'apertura dello scavo sia per consentire un migliore accesso dei mezzi di trasporto e movimentazione sia per una più conveniente organizzazione della posa.

I tubi prelevati dalle cataste predisposte verranno sfilati lungo l'asse previsto per la condotta, allineati con le testate vicine l'una all'altra, sempre adottando tutte le precauzioni necessarie (con criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto) per evitare danni ai tubi ed al loro rivestimento.

I tubi saranno depositati lungo il tracciato sul ciglio dello scavo, dalla parte opposta a quella in cui si trova o si prevede di mettere la terra scavata, ponendo i bicchieri nella direzione prevista per il montaggio e curando che i tubi stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

## 2) Posa in opera dei tubi

Prima della posa in opera i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati, con particolare riguardo alle estremità ed all'eventuale rivestimento, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati; quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato l'eventuale rivestimento si dovrà procedere al suo ripristino.

Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni precedenti (di trasporto, ecc.) con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna; le estremità di ogni tratto di condotta in corso d'impianto devono essere comunque chiuse con tappo di legno, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso.

La posa in opera dovrà essere effettuata da personale specializzato.

I tubi con giunto a bicchiere saranno di norma collocati procedendo dal basso verso l'alto e con bicchieri rivolti verso l'alto per facilitare l'esecuzione delle giunzioni. Per tali tubi, le due estremità verranno pulite con una spazzola di acciaio ed un pennello, eliminando eventuali grumi di vernice ed ogni traccia di terra o altro materiale estraneo.

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

Il letto di posa - che non è necessario nel caso di terreno sciolto e lo è invece nel caso di terreni rocciosi - consisterà, nei casi in cui è prescritto dalla Direzione dei Lavori per costituire un supporto continuo della tubazione, in uno strato, disteso sul fondo dello scavo, di materiale incoerente - come sabbia o terra non argillosa sciolta e vagliata e che non contenga pietruzze - di spessore non inferiore a 10 cm misurati sotto la generatrice del tubo che vi verrà posato.

Se i tubi vanno appoggiati su un terreno roccioso e non è possibile togliere tutte le asperità, lo spessore del letto di posa dovrà essere convenientemente aumentato.

Ove si renda necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui.

Il piano di posa - che verrà livellato con appositi traguardi in funzione delle "livелlette" di scavo (apponendo e quotando dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta, sia in punti intermedi, in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 15 metri) dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole.

In quest'ultimo caso la discontinuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

Nel caso specifico di tubazioni metalliche dovranno essere inserite, ai fini della protezione catodica, in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

Nel caso di posa in terreni particolarmente aggressivi la tubazione di ghisa sferoidale sarà protetta esternamente con manicotto in polietilene, dello spessore di 20 ÷ 40 mm, applicato in fase di posa della condotta.

Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre di cui al paragrafo "Movimentazione delle tubazioni" ed a questo dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0 °C, per evitare danneggiamenti.

tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinare la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti, secondo quanto precisato nel primo capoverso di questo paragrafo al punto 2.

Ogni tratto di condotta posata non deve presentare contropendenze in corrispondenza di punti ove non siano previsti organi di scarico e di sfiato.

La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi o pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche deve essere riconosciuta o approvata dalla Direzione dei Lavori. Quindi resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua, la quale deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture.

E' vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari.

Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati.

Si impedirà quindi con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguata sorveglianza nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito senza comunque interessare i giunti, che, verificandosi nonostante ogni precauzione la inondazione dei cavi, le condotte che siano vuote e chiuse agli estremi possano essere sollevate dalle acque.

Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele è a carico dell'Appaltatore.

3) Posa in opera dei pezzi speciali e delle apparecchiature idrauliche.

I pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche saranno collocati seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi.

I pezzi speciali saranno in perfetta coassialità con i tubi.

Gli organi di manovra (saracinesche di arresto e di scarico, sfiati, gruppi per la prova di pressione, ecc.) e i giunti isolanti - che è conveniente prima preparare fuori opera e poi montare nelle tubazioni - verranno installati, seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi, in pozzetti o camerette in muratura accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione in modo che non siano a contatto con acqua e fango.

Fra gli organi di manovra ed eventuali muretti di appoggio verranno interposte lastre di materiale isolante.

Nei casi in cui non è possibile mantenere le camerette sicuramente e costantemente asciutte, le apparecchiature suddette saranno opportunamente rivestite, operando su di esse prima della loro installazione e successivamente sulle flange in opera.

Parimenti saranno rivestiti, negli stessi casi o se si tratta di giunti isolanti interrati, i giunti medesimi.

Le saracinesche di arresto avranno in genere lo stesso diametro della tubazione nella quale debbono essere inserite e saranno collocate nei punti indicati nei disegni di progetto o dalla Direzione dei Lavori.

Le saracinesche di scarico saranno collocate comunque - sulle diramazioni di pezzi a T o di pezzi a croce - nei punti più depressi della condotta tra due tronchi (discesa - salita), ovvero alla estremità inferiore di un tronco isolato.

Gli sfiati automatici saranno collocati comunque - sulle diramazioni di pezzi a T, preceduti da una saracinesca e muniti di apposito rubinetto di spurgo - nei punti culminanti della condotta tra due tronchi (salita - discesa) o alla estremità superiore di un tronco isolato ovvero alla sommità dei sifoni.

4) Giunzioni dei pezzi speciali flangiati e delle apparecchiature idrauliche con la tubazione.

Il collegamento dei pezzi speciali flangiati o delle apparecchiature idrauliche con la tubazione è normalmente eseguito con giunto a flangia piena consistente nella unione, mediante bulloni, di due flange poste alle estremità dei tubi o pezzi speciali o apparecchiature da collegare, tra

le quali è stata interposta una guarnizione ricavata da piombo in lastra di spessore non minore di 5 mm o una guarnizione in gomma telata.

Le guarnizioni avranno la forma di un anello piatto il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale a quello esterno del "collarino" della flangia. E' vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto. Quando, per particolari condizioni di posa della condotta, sia indispensabile l'impiego di ringrossi tra le flange, questi debbono essere di ghisa o di ferro e posti in opera con guarnizioni su entrambe le facce. E' vietato ingrassare le guarnizioni.

I dadi dei bulloni saranno stretti gradualmente e successivamente per coppie di bulloni posti alle estremità di uno stesso diametro evitando di produrre anormali sollecitazioni della flangia, che potrebbero provocarne la rottura.

Stretti i bulloni, la rondella in piombo sarà ribattuta energicamente tutto intorno con adatto calcatoio e col martello per ottenere una tenuta perfetta.

#### 5) Prova d'isolamento e protezione catodica

Sulle tubazioni metalliche o con armature metalliche munite di rivestimento protettivo esterno, al termine delle operazioni di completamento e di eventuale ripristino della protezione stessa, saranno eseguite determinazioni della resistenza di isolamento delle tubazioni in opera per tronchi isolati, al fine di controllare la continuità del rivestimento protettivo, procedendo alla individuazione ed all'eliminazione dei punti di discontinuità del rivestimento.

Le tubazioni suddette, nei casi in cui la presenza di correnti vaganti o la natura particolarmente aggressiva dei terreni di posa lascia prevedere elevate possibilità di corrosione, verranno portate in condizioni di immunità cioè tali da neutralizzare ogni fenomeno di corrosione, mediante applicazione della protezione catodica.

A prescindere dal sistema con cui questa verrà eseguita, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori, sarà nei suddetti casi comunque realizzata la protezione catodica temporanea, per impedire gli eventuali processi iniziali di corrosione che potranno manifestarsi specie nel caso di tempi lunghi intercorrenti fra la posa delle condotte e l'applicazione della protezione catodica.

## 6) Giunzioni dei tubi

Verificati pendenza ed allineamento si procederà alla giunzione dei tubi, che dovrà essere effettuata da personale specializzato.

Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni dovranno essere perfettamente pulite.

La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione dipendenti dal tipo di tubo e giunto impiegati nonché dalla pressione di esercizio.

A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti dovranno, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici con modalità esecutive specificatamente riferite al tipo di giunto ed al tubo impiegato.

### 5.3 ART. 18 Rinterro

#### **Rinfianco e rinterro parziale (cavallottamento) solo per i tubi cilindrici**

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinfianco ed al rinterro parziale dei tubi - per circa 2/3 della lunghezza di ogni tubo, con un cumulo di terra (cavallotto) - sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando completamente scoperti i giunti.

Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi.

Il rinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato (privo di sassi, radici, corpi estranei, almeno fino a circa 30 cm sopra la generatrice superiore del tubo) o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito, con le precauzioni di cui al paragrafo "Posa della Tubazione" su sfilamento tubi.

Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore 20-30 cm, abbondantemente inaffiato e accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Per i tubi di grande diametro di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto dal materiale di rinterro, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori.

Ove occorra, il rinfianco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro.

Saranno in ogni caso osservate le normative UNI nonché le indicazioni del costruttore del tubo.

### **Rinterro a semichiusura del cavo**

Eseguita la prima prova a giunti scoperti si procederà al rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti, con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto, ed al rinterro completo di tutta la condotta del tronco sino a circa 80 cm sulla generatrice superiore della tubazione, impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati ed accuratamente compattati dopo avere eliminato le pietre di maggiori dimensioni.

### **Rinterro definitivo**

Eseguita la prova idraulica si completerà il rinterro con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto.

A rinterro ultimato, nei tronchi fuori strada verranno effettuati gli opportuni ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna - quale dovrà risultare all'atto del collaudo - dopo il naturale assestamento del rinterro.

Nei tronchi sotto strada si avrà cura di costipare il rinterro, procedendo alle necessarie innaffiature fino al livello del piano di posa della massicciata stradale, raggiungendo un grado di compattazione e di assestamento del rinterro tale per cui, una volta che sia stato effettuato il ripristino della struttura stradale, il piano di calpestio di questa non subisca col tempo e per effetto del traffico anche "pesante" alcuna modifica rispetto all'assetto altimetrico preesistente alle operazioni di posa. Nel caso in cui dovessero verificarsi cedimenti, l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà procedere alle opportune ed ulteriori opere di compattazione ed al ripristino della struttura stradale (massicciata, binder, strato di usura), fino all'ottenimento della condizione di stabilità.

### **Calottatura in calcestruzzo**

Per i tubi di raccolta delle acque di ruscellamento del piazzale proveniente da caditoie o da griglie per i tubi posti sotto la cunetta stradale è prevista la calottatura in calcestruzzo priva di armatura metallica .

Il calcestruzzo da usarsi sarà dovrà avere le seguenti caratteristiche di resistenze c25/30 e dovrà avere una classe di consistenza plastica S2 e una classe di esposizione XA1

### *Modalità di posa*

Terminato lo scavo e livellato lo stesso secondo i piani di posa verrà disteso e spianato sul fondo scavo un primo strato calcestruzzo dello spessore di cm 5

Sul calcestruzzo fresco verrà posato il tubo e successivamente si provvederà al getto del calcestruzzo di rinfiando e calottatura.

Il contenimento dei getti della calottatura avverrà con la predisposizione di un cassero metallico/legname o in alternativa se le pareti di scavo saranno sufficientemente verticali massima inclinazione ammessa rispetto alla verticale tangente alla tubazione pari a 10 gradi sessagesimali.

Qualora venga utilizzato per il contenimento dei getti il cassero la parte di reinterro tra il getto e la parete di scavo dovrà essere riempita con misto cementato accuratamente costipato.

Le condotte e i pozzetti andranno eseguiti appena ultimati i lavori di preparazione del piazzale e delle strade in genere consistenti nell'esecuzione del rilevato.

## **5.4 ART. 19 Pozzetti Di Ispezione**

### a) Ubicazione

I pozzetti d'ispezione devono essere localizzati come previsto dal progetto e posti in asse alle tubazioni.

### b) Caratteristiche costruttive

I pozzetti d'ispezione devono essere muniti, per l'innesto delle tubazioni, di innesti elastici ed a perfetta tenuta idraulica. In presenza di falda devono essere prese precauzioni per evitare eventuali infiltrazioni d'acqua dalle pareti dei pozzetti.

I pozzetti dovranno avere sezione orizzontale quadrata con diametro pari a 1,00 m. Devono essere dotati di chiusino d'accesso generalmente realizzato in ghisa avente diametro maggiore di 0,6 m.

### Dispositivi di chiusura e di coronamento

I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e griglie) devono essere conformi a quanto prescritto dalla norma UNI EN 124:2015e di classe D400.

Il marchio del fabbricante dovrà occupare una superficie non superiore al 2% di quella del coperchio e non dovrà riportare scritte di tipo pubblicitario.

La superficie del dispositivo di chiusura deve essere posizionata a quota del piano stradale finito.

I pozzetti delle fognature bianche potranno essere dotati chiusini provvisti di fori d'aerazione (chiusini ventilati). Nel chiusino su richiesta della Direzione lavori dovrà essere riportata la scritta autoporto san Didero/B per la fognatura bianca .

#### Gradini d'accesso

Il pozzetto dovrà essere dotato di gradini di discesa e risalita collocati in posizione centrale rispetto al camino d'accesso. La scala dovrà essere alla marinara con gradini aventi interasse di 30-32 cm. realizzati in ghisa grigia. acciaio inossidabile. acciaio galvanizzato o alluminio. Tali elementi devono essere opportunamente trattati con prodotti anticorrosione per prolungarne la durata. In particolare le parti annegate nella muratura devono essere opportunamente protette con idoneo rivestimento. secondo il tipo di materiale. per una profondità di almeno 35 mm.

Nel caso di utilizzo di pioli (o canna semplice) questi devono essere conformi alle norme DIN 19555 ed avere diametro minimo di 20 mm e la sezione dovrà essere calcolata in modo che il piolo possa resistere ad un carico pari a tre volte il peso di un uomo e dell'eventuale carico trasportato. La superficie di appoggio del piede deve avere caratteristiche antiscivolo.

Al posto dei pioli potranno utilizzarsi staffe (o canna doppia) che devono essere conformi alle seguenti norme: tipo corto. DIN 1211 B; tipo medio. DIN 1211 A; tipo lungo. DIN 1212.

In tutti i casi i gradini devono essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 3240 N.

Nel caso di pozzetti profondi la discesa deve essere suddivisa mediante opportuni ripiani intermedi. il cui dislivello non deve superare i 4 m.

#### Pozzetti prefabbricati

I pozzetti possono essere di tipo prefabbricato in C.A., PRFV. ghisa. PVC. PEad. ecc., nel caso specifico saranno in C.A..

Il pozzetto prefabbricato dovrà essere costituito da un elemento di base provvisto di innesti con guarnizioni per le tubazioni. un elemento di sommità a forma tronco conica o tronco

piramidale che ospita in alto, con l'inserimento di anelli o riquadri (detti raggiungi-quota), il chiusino; da una serie di elementi intermedi. di varia altezza. che collegano la base alla sommità.

Le giunzioni tra le parti prefabbricate devono essere adeguatamente sigillate con materiali plastici ed elastici ad alto potere impermeabilizzante. Solo eccezionalmente, quando non sono richieste particolari prestazioni per l'assenza di falde freatiche e la presenza di brevi sovrappressioni interne (in caso di riempimento della cameretta), potrà essere ammessa l'impermeabilizzazione con malta di cemento; in ogni caso, sul lato interno del giunto, si devono asportare circa 2 cm di malta. da sostituire con mastici speciali resistenti alla corrosione.

Per i manufatti prefabbricati in calcestruzzo si farà riferimento alla norma DIN 4034.

#### **5.5 ART. 20 Pozzetto Gettato In Opera In C.A.**

I pozzetti d'angolo saranno di tipo in c.a. gettati in opera, con pareti e fondo di spessore pari a 30 cm. Le cassature saranno in legname di qualunque forma e verrà gettato il calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1:2014, per strutture idrauliche in contatto con acque non contenenti anidride carbonica aggressiva ovvero con una concentrazione massima di 40 mg/l, situate in clima rigido; classe di consistenza S4, Dmax aggregati 32 mm, aria inglobata  $5\pm 1\%$ , CI 0.4, aggregati non gelivi F2 o MS25; in classe di esposizione ambientale XC4+XF3 (UNI 11104:2016). Classe di resistenza a compressione minima C25/30. L'acciaio da utilizzare è di classe tecnica B450A, saldabile ad alta duttilità, in accordo alla UNI EN 10080:2005 e conforme al D.M. 14/10/2008, in barre raddrizzate ottenute da bobine, nei diametri da 6 mm a 16 mm.

Il pozzetto sarà completato da riduzione tronco conica per pozzetti di diametro 1000 e altezza 60 cm, da gradini in ghisa sferoidale (dimensioni 350x270 mm e peso 3.4 kg, rivestiti di catrame) e chiusino di ispezione in ghisa sferoidale rispondente alle norme UNI EN 124:2015, classe D400 per traffico intenso, a telaio circolare o quadrato .

#### **TRIVELLAZIONE TELEGUIDATA**

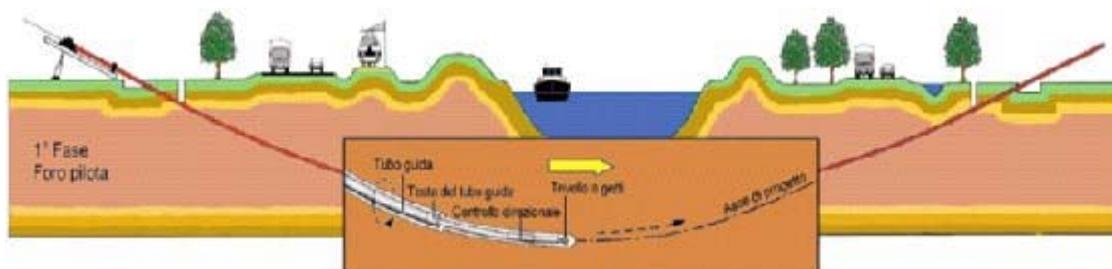
LE PRINCIPALI OPERAZIONI DI TRIVELLAZIONE H.D.D. SONO:

- 1.0 • Esecuzione del foro pilota (Pilot bore hole);
- 2.0 • Trivellazioni di allargamento del perforo (Back-Reaming);

### 3.0 • Tiro e Posa della condotta (Pull-Back).

#### Foro Pilota

Il foro pilota del diametro 250 mm viene eseguito in opera con una testa tricono fresante seguita da un elemento angolare (Bend-Sub). Questo elemento angolare ha il compito di cambiare la direzione di lavoro dello scalpello di trivellazione (Tool-Face). L'operazione di trivellazione consiste nel fare avanzare lo scalpello tricono all'interno del terreno per mezzo di una macchina esterna (RIG) la quale, mediante movimento rotazionale di spinta/tiro, fa avanzare la punta anzidetta mediante l'ausilio di una batteria di aste in acciaio anche esse poste in rotazione dalla stessa macchina. Per essere in grado di seguire con l'utensile di trivellazione l'asse predeterminato in fase di progetto, è necessario conoscere in steps successivi la posizione precisa della testa porta punta nel sottosuolo. A questo scopo vengono installate particolari sonde di misurazione dietro all'elemento piegato bend-sub.



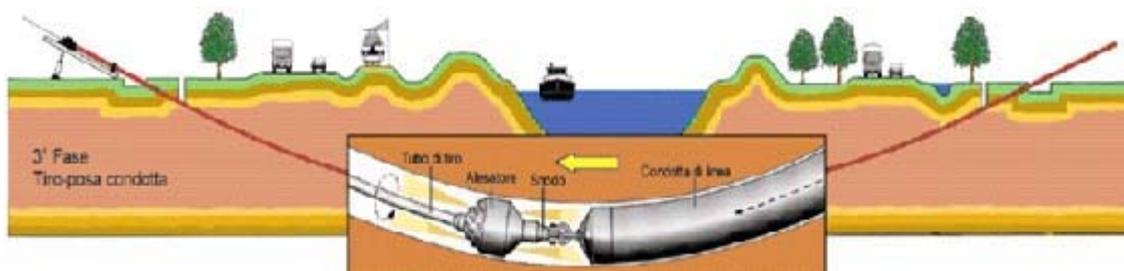
Per le misurazioni di controllo durante la trivellazione pilota viene utilizzato il sistema Tru Track il quale prevede il posizionamento di un cappio di cavo sulla superficie di terreno superiore alla linea di trivellazione. Dopo una precisa misurazione della posizione del cavo mediante una misurazione topografica, viene addotta a quest'ultimo corrente elettrica la quale genera un campo magnetico. L'intensità del campo magnetico viene misurata dalla sonda situata all'interno della testa porta punta consentendo una precisa determinazione della sua posizione momentanea. Il campo magnetico generato dal sistema, sovrapponendosi al campo magnetico terrestre naturale, è in grado di evitare eventuali errori di misurazione che si verificano nell'ambito di misurazioni effettuate con il "Steering-Tool" a seguito di disfunzioni del campo magnetico terrestre. Le misurazioni di controllo con il sistema Tru Track sono generalmente eseguite dopo ogni lunghezza di asta di trivellazione impiegata (9,00 m). Con questo sistema è possibile determinare in modo tridimensionale la posizione della testa porta punta rispetto ad una linea di riferimento.

### Alesatura del foro pilota (Back-Reaming)

La seconda operazione nell'ambito esecutivo di una trivellazione orizzontale l'allargamento del foro pilota (Pre-Reaming). Per fare ciò viene montato uno specifico apparecchio di trivellazione sul lato di uscita (exit point) del foro pilota (Alesatore o Barrel Reamer).

L'alesatore accoppiato dinamicamente con il tronco di trivellazione viene tirato in modo rotante all'impianto di trivellazione (RIG) attraverso il suolo allargando il foro di trivellazione a seguito del suo maggiore diametro esterno facendogli raggiungere un nuovo diametro.

Per supportare il lavoro di allentamento meccanico, mediante i denti applicati sull'alesatore viene pompata bentonite attraverso l'asta di trivellazione sotto pressione elevata. In questo modo si può effettuare un lavoro di allentamento idraulico di supporto.



Un'ulteriore funzione importante dello sciacquo a getto di fango di perforazione è lo scarico dei detriti di trivellazione (smarino o cuttings) dal foro di trivellazione nonché, una stabilizzazione della cavità perforata contro il cedimento o la caduta. Per ciascuna asta di trivellazione smontata sull'impianto di trivellazione viene aggiunta sul punto di uscita direttamente una nuova asta. Così facendo è sempre presente un tronco di trivellazione completo nel foro stesso, indipendentemente dalla posizione dell'alesatore. Con l'apparire dell'alesatore all'impianto di trivellazione (entry point) si conclude la prima operazione di ampliamento. La batteria di alesatori che si impiega per consentire il varo di una condotta da DN 1200 mm è la seguente: D 400; D 800; D 1000 mm; D 1200 mm; D 1400 mm; D 1600 mm.

### Varo di condotta



2. Installazione dell'unità di spinta, del sistema di recupero dello smarino e delle varie strumentazioni per il controllo in remoto (personale fuori dal fondo scavo)
3. Posizionamento scudo cilindrico di perforazione
4. Inizio della perforazione realizzata da scudo cilindrico di perforazione
5. contemporanea spinta delle tubazioni, adatte alla posa con il sistema microtunnelling, con giunzioni a tenuta stagna.
6. Controllo della spinta con un raggio laser posto all'interno del pozzo di spinta, che colpisce un bersaglio fotosensibile posto sullo scudo, il quale, a sua volta, invia input (spostamento rispetto alla traiettoria impostata) all'unità di controllo computerizzata posta nel container di guida in superficie.

Le dimensioni della camera di spinta realizzata in cemento armato sono di mt x mt

La lunghezza del tratto da realizzarsi con la tecnica sopra descritta è di ml per la tubazione in cls diametro 1500 mm e di ml per la tubazione in acciaio avente diametro 1200 mm.

#### **5.6 ART. 22 Trattamenti colonnari in jet grouting**

Il consolidamento della sponda della Dora Riparia su cui si andrà a posizionare il nuovo svincolo deve avvenire mediante la tecnica del Jet Grouting. Si dovranno ottenere colonne di terreno consolidato di diametro minimo reso pari a 80 cm ottenuto per iniezione di miscela cementizia, con classe di esposizione XS2, ad alta pressione fino a raggiungere una resistenza a compressione monoassiale per il terreno trattato di 5 MPa ed una portanza per la colonna pari a 0.5 MPa. In caso di uso di bentonite durante il trattamento, la malta deve essere miscelata con additivo disperdente. La perforazione eseguita senza asporto del materiale, e si deve garantire la copertura dell'area trattata con geotessile durante l'esecuzione, al fine di evitare la dispersione di malta adoperata per il jet grouting nel fiume .

I trattamenti colonnari, ovvero quei trattamenti di consolidamento e impermeabilizzazione realizzati stabilizzando mediante l'impiego di una miscela legante di acqua-cemento-bentonite immessa a getto ad altissima pressione, dovranno essere eseguiti secondo modalità di dettaglio approvate dalla Direzione Lavori. È prevista l'iniezione a pressione di un solo fluido, composto da una miscela di acqua, cemento ed eventualmente bentonite. Se tale miscela prevede l'impiego della bentonite dovrà essere opportunamente additivata con

l'impiego di un additivo disperdente liquido a base di polielettrolita sintetico tanto da garantire la corretta dispersione ed omogeneizzazione della miscela (tipo MAPEDISP FLS della MAPEI o similare); l'impiego di un polimero cellulosico naturale biodegradabile (tipo VISCOFLUID JET5000 della MAPEI o similare) oppure facendo ricorso a prodotti completi già formulati (malte cementizie da iniezione Idrocal XS2 o similari) è comunque da prevedere per garantire alla miscela di acqua e cemento l'assenza di segregazione, bleeding e la giusta sospensione delle particelle fini della miscela ed evitare al tempo stesso la formazione di grumi con conseguente riduzione della produttività. La miscela dovrà essere costituita da acqua e cemento di tipo 42.5 (UNI 197-1:2014), in un rapporto compreso tra 0,7-1 con l'eventuale aggiunta di bentonite nell'ordine max del 5% sul peso del cemento e con impiego di additivi disperdenti secondo le disposizioni dell'Ufficio di Direzione Lavori, e dovrà essere iniettata a pressioni pari a 30÷40 MPa. Nel caso la perforazione abbia richiesto per la sua esecuzione di una tubazione di rivestimento provvisorio, si deve provvedere al suo recupero. Nei relativi prezzi di elenco si intendono comprese e compensate tutte le prestazioni, forniture ed oneri per dare i trattamenti colonnari completi in opera secondo le previsioni di progetto e le prescrizioni delle vigenti Norme. Sono compresi tra gli altri: - le preparazioni del piano di lavoro ed i tracciamenti; - il carico e trasporto a rifiuto degli eventuali fanghi di risulta, compreso il loro trattamento secondo Norme; - tutte le prove, i controlli e la documentazione dei lavori. Sono esclusi: - la fornitura e posa in opera dell'eventuale armatura metallica; che verranno compensati con i relativi prezzi di elenco. Le tolleranze ammesse sull'assetto geometrico delle colonne di terreno consolidato sono le seguenti: - la posizione dell'asse di ciascun punto di trattamento non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm salvo diverse prescrizioni dell'Ufficio di Direzione Lavori; - la deviazione dell'asse della colonna rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore dell'1,5%; - la lunghezza non dovrà differire di  $\cong$  15 cm da quella di progetto; - il diametro delle colonne non dovrà in nessuno caso risultare inferiore a quello nominale indicato in progetto. Quando previsto in progetto o formalmente ordinato dall'Ufficio di Direzione Lavori, le colonne dovranno essere armate con elementi in acciaio (tubi o barre), da introdurre a spinta con idonea attrezzatura nel corpo delle colonne in corrispondenza del preforo, appena ultimata l'iniezione e prima che la miscela inizi la presa. Nel caso l'Ufficio di Direzione Lavori ordini l'inserimento dell'armatura in acciaio ad avvenuta presa della miscela, si dovrà procedere alla esecuzione di un foro di diametro adeguato nel corpo delle colonne, all'introduzione dell'armatura ed al suo inghisaggio mediante iniezione a pressione di malta di cemento; la malta verrà iniettata

attraverso lo stesso tubo in acciaio quando l'armatura è tubolare e attraverso un tubo in PVC quando l'armatura è in barre. L'esecuzione di ogni trattamento colonnare sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Appaltatore, in contraddittorio con l'Ufficio di Direzione Lavori, di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti: - identificazione della colonna; - data di inizio perforazione e termine iniezione; - profondità di perforazione con inizio e fine del tratto consolidato; - durata dell'iniezione; - assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione; - tipo e quantitativo di additivi eventualmente impiegati; - risultati delle prove di rottura e compressione semplice della miscela cementizia. I controlli sui trattamenti colonnari da eseguire a cura e spese dell'Appaltatore, d'intesa con l'Ufficio di Direzione Lavori e con la frequenza di seguito indicata, dovranno essere finalizzati a verificare la congruenza dei risultati conseguiti in sede operativa con le tolleranze ammesse e le soglie minime di resistenza. La geometria dei trattamenti (diametro, posizione e deviazione dell'asse, lunghezza) e la resistenza a compressione del terreno consolidato dovranno essere accertati con le prove sotto elencate su colonne scelte dall'Ufficio di Direzione Lavori: - scavi di ispezione e prelievo di campioni indisturbati su tratti di colonne in ragione di una colonna ogni 100 eseguite; gli scavi dovranno essere spinti almeno fino alla profondità di 4 m e successivamente rinterrati procedendo a strati accuratamente compattati; - sondaggi sulle colonne, in ragione di una colonna ogni 100 eseguite mediante carotaggio a rotazione continua con batteria di aste e doppio carotiere con corone diamantate di diametro nominale  $\cong 100$  mm.

Il sondaggio dovrà essere posizionato all'incirca a metà del raggio teorico della colonna e dovrà essere spinto per tutta la lunghezza della colonna fino a penetrare nel terreno naturale alla base della stessa. Si dovrà evitare che l'acqua di spurgo dilavi la carota. Le carote estratte devono essere custodite con cura in apposite cassette catalogatrici. L'Ufficio di Direzione Lavori selezionerà un certo numero di campioni per carota (mediamente da 3 a 5) da sigillare con paraffina entro fustelle in PVC e da inviare in laboratorio per le prove di resistenza a compressione. Negli scomparti delle cassette catalogatrici saranno inseriti distanziatori al posto dei campioni di carota prelevati per il laboratorio e su ciascuno saranno indicati la quota e la lunghezza del campione. Ogni cassetta verrà fotografata utilizzando film a colori ed avendo cura che le quote ed i riferimenti (cantiere, numero sondaggio) risultino leggibili anche nel fotogramma. Qualora dalle prove di cui sopra risultasse che anche uno solo dei

parametri sottoelencati: • tolleranze geometriche: • posizione dell'asse, deviazione dell'asse, lunghezza, diametro; • resistenza a compressione semplice; è variato rispetto a quanto stabilito in precedenza con scostamenti negativi contenuti nei limiti del 10%, l'Ufficio di Direzione Lavori, effettuerà una verifica della sicurezza. Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il trattamento colonnare verrà accettato, ma il suo prezzo unitario verrà decurtato del 15%. Qualora gli scostamenti negativi superino il limite del 10% l'Appaltatore sarà tenuto a sua totale cura e spesa al rifacimento dei trattamenti oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dall'Ufficio di Direzione Lavori.

### **Art 23 REALIZZAZIONE DELLA TRAVE DI COLLEGAMENTO ALLA TESTA DEI iet grouting**

Trave in conglomerato cementizio armato, per il collegamento delle colonne di terreno consolidato e per il contenimento del piede della scarpata del rilevato per il successivo appoggio del rivestimento in materasso Reno

. Tale intervento sarà costituito dalle seguenti fasi di lavorazione:

- scavo di pulizia con rimozione dei resti di boiaccia sfridi ecc
- Getto di magrone per base di lavoro (fornitura e posa);
- Realizzazione di armatura secondo gli schemi di progetto, cassetatura, getto (comprensivi di fornitura e posa) e successiva vibratura del calcestruzzo per la realizzazione della trave di testa dei micropali e dei tiranti come da progetto;
- Ove necessario realizzazione di cordolo di contenimento del pacchetto stradale (armatura, cassetatura, fornitura e getto del calcestruzzo e successiva vibratura);

Sistemazione della scarpata direttamente interessato dalla realizzazione del cordolo di testa in c.a. previsto in progetto, con recupero dei prodotti di perforazione, sfridi, avanzi di lavorazione, percolamenti superficiali di boiaccia, per il ripristino dei luoghi allo stato iniziale.

- Il calcestruzzo da adottare nelle travi di coronamento deve avere le seguenti caratteristiche: Calcestruzzo con classe di esposizione XS3 (UNI EN 206-1:2014), rapporto massimo acqua/cemento pari a 0,45; classe minima di resistenza C35/45; contenuto minimo di cemento 360 Kg/m<sup>3</sup>. Copriferro di 50 mm (UNI EN 206:2014). L'Acciaio per le armature deve essere di tipo B450 C.

## 6. NORME UNI DI RIFERIMENTO

Si riportano di seguito l'elenco delle norme UNI indicate nel presente documento con la data di riferimento:

- UNI EN 459-1:2015
- UNI EN 459-2:2010
- UNI EN 197-1: 2014
- UNI EN 7027-1 : 2016
- UNI EN 413-2 : 2016
- UNI EN 9156 : 2015
- UNI EN ISO 9606-1:2017
- UNI EN 934-2:2009
- UNI EN 480-1:2014
- UNI EN 13055:2016
- UNI EN 771: 2015
- UNI EN 1561:2011
- UNI EN 1562:2012
- UNI EN 1977:2013
- UNI EN 10244:2009
- UNI EN 10311:2005
- UNI EN 10312:2007
- UNI EN 10244-2:2009
- UNI EN 13160:2016
- UNI EN 1008:2003
- UNI EN 12390:2012
- UNI EN 681:2006
- UNI EN 1916:2004
- UNI EN 206:2014
- UNI EN 13369:2013
- UNI EN 9969:2016
- UNI EN13476-3:2009
- UNI EN 124:2015

- UNI EN 11256:2007
- UNI EN 10910:2001
- UNI EN 6864:1987
- UNI EN 11420:2011
- UNI EN 728:1998
- UNI EN 7992:2011
- UNI EN 7615:1996



***CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO NORME TECNICHE***

***OPERE A VERDE***

**SOMMAIRE / INDICE**

1. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	4
1.1 Materiale agrario.....	4
1.1.1 Terra di coltivo.....	4
1.1.2 Concimi.....	4
1.1.3 Letame.....	4
1.1.4 Dischi o tessuti pacciamanti per arbusti.....	4
1.1.5 Pacciamatura .....	4
1.2 Materiale vegetale.....	5
1.2.1 Esempolari arborei .....	6
1.2.2 Arbusti e cespugli.....	7
1.2.3 Sementi.....	8
2. TECNICHE D'INTERVENTO.....	10
2.1 Pulizia generale del terreno .....	10
2.2 Ripristino della fertilità del suolo .....	10
3. OPERE PER LA PREPARAZIONE DEL TERRENO.....	11
3.1 Aratura .....	11
3.2 Erpicatura e fresatura.....	12
3.3 Concimazioni.....	12
3.4 Livellamento .....	13
3.5 Tracciamenti per la messa a dimora delle piante.....	13
4. MESSA A DIMORA DI ALBERI ED ARBUSTI.....	14
4.1 Preparazione di buche per piantagioni.....	15
4.2 Profondità dello strato di terreno per piantumazioni .....	16
4.3 Conguaglio, scarificazione e pulizia delle superfici .....	16
5. INERBIMENTI .....	17
5.1 Generalità.....	17
5.2 Modalità di semina .....	18
5.2.1 Semina a spaglio o mediante seminatrice .....	18
5.2.2 Idrosemina.....	18
6. VERDE PENSILE ESTENSIVO .....	19
6.1 Presupposti per l'esecuzione dei lavori di inverdimento.....	21
7. ATTREZZATURE AREA GIOCHI .....	21
7.1 Gioco a molla.....	21
7.2 Scivolo con castelletto .....	21
7.3 Pavimentazione area gioco .....	21
7.4 Cestino per rifiuti.....	22
7.5 Tavolo con panche e schienale .....	22
8. GIARDINO D'INVERNO .....	23
8.1.1 Fioriere.....	23
8.1.2 Argilla espansa.....	23
8.1.3 Pacciamatura con corteccia di resinose.....	23
8.1.4 Ciottoli .....	23

9. MANUTENZIONE DELLE OPERE A VERDE PER IL PERIODO DI GARANZIA.....	23
9.1 Irrigazioni di soccorso .....	24
9.2 Sarchiatura/zappettatura del terreno e rincalzo.....	25
9.3 Decespugliamento.....	25
9.4 Falcature .....	25
9.5 Sostituzione fallanze.....	26
9.6 Controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere .....	26
9.7 Controllo, risistemazione e riparazione degli ancoraggi, dischi pacciamanti, etc...	26
9.8 Servizio d'ispezione periodico delle attrezzature ludiche e di arredo .....	26
9.9 Manutenzione Verde pensile .....	26

## **1. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

### **1.1 Materiale agrario**

Per materiale agrario si intende tutto il materiale usato negli specifici lavori agrari e forestali di vivaismo e giardinaggio (es. terreni e substrati di coltivazione, concimi, fitofarmaci, tutori, ecc.), necessari alla messa a dimora, alla cura e alla manutenzione delle piante occorrenti per la sistemazione.

#### ***1.1.1 Terra di coltivo***

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'Impresa, con un congruo anticipo sull'inizio dei lavori, è tenuta a verificare, sotto la sorveglianza della D.L., se il terreno in sito sia adatto alla piantagione o se, al contrario, risulti necessario (e in che misura) apportare nuova terra vegetale.

La terra di coltivo da utilizzare per il riporto dovrà provenire da aree a destinazione agraria ed essere sottoposta all'approvazione della D.L.L., che potrà richiedere anche le eventuali analisi da parte di un laboratorio di comprovata affidabilità tecnica. La terra di coltivo dovrà essere priva di pietre, tronchi, rami, radici e loro parti che possano ostacolare le lavorazioni agronomiche del terreno dopo la messa in opera. La quantità di sostanza organica dovrà essere compresa tra 1% e 5%, il rapporto C/N dovrà essere compreso tra 7,5 e 13 e il pH (misurato in H<sub>2</sub>O) dovrà essere compreso tra 5,5 e 7,5. La quantità di scheletro con diametro maggiore a mm 2 non dovrà eccedere il 10% del peso totale e dovranno essere assenti ciottoli con diametro superiore a cm 4.

#### ***1.1.2 Concimi***

Per la concimazione dovranno essere utilizzati fertilizzanti minerali e/o organici, secondo le indicazioni di progetto e della Direzione Lavori.

Per concimazioni organiche andranno usati materiali d'origine animale e/o vegetale stabilizzati con titolo dichiarato.

Per concimazioni minerali andrà usato concime minerale composto NPK + Mg e microelementi, contenente azoto nitrico e ammoniacale a pronto effetto e azoto ad azione prolungata, presente in percentuale di almeno il 60% dell'azoto totale, prodotto granulare. I concimi minerali devono avere titolo dichiarato ed essere forniti nell'involucro originale della fabbrica.

#### ***1.1.3 Letame***

Il letame potrà essere bovino, equino o ovino, e dovrà essere ben maturo, decomposto per almeno 9 mesi e risultare esente da sostanze nocive.

La Direzione Lavori potrà ordinare analisi in contraddittorio di questo materiale per verificarne la rispondenza alle caratteristiche richieste.

#### ***1.1.4 Dischi o tessuti pacciamanti per arbusti***

Attorno agli arbusti verrà introdotta, alla base del fusto, una lastra in materiale naturale, biodegradabile (diametro cm 30) come elemento di protezione dallo sviluppo di specie infestanti o tessuto in fibra di juta del peso di grammi 600/mq fornito in rotoli.

#### ***1.1.5 Pacciamatura***

Con pacciamatura si intende una copertura del terreno a scopi diversi (es. controllo infestanti, limitazione dell'evapotraspirazione, sbalzi termici, ecc.).

I materiali per pacciamatura comprendono prodotti di origine naturale o di sintesi, quali, rispettivamente: ciottoli e altri materiali lapidei frantumati, corteccia di conifere, cippatura di ramaglia, scaglie di pigna, etc.; argilla espanza film in materiale plastico (PE, ecc), teli in materiale tessuto non tessuto, etc..

Questi dovranno essere forniti (quando si tratti di prodotti confezionabili) in accordo con la Direzione Lavori, nei contenitori originali che riportino la dichiarazione della quantità, del contenuto e dei componenti.

Il pacciamame di origine vegetale dovrà essere esente da parassiti, patogeni di varia natura, semi di piante estranee, non fermentato e proveniente da piante sane.

Per i prodotti da pacciamatura forniti sfusi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di valutare di volta in volta.

## 1.2 Materiale vegetale

Per materiale vegetale si intende tutto il materiale vivo (alberi, arbusti, tappezzanti, sementi, ecc.) occorrente per l'esecuzione del lavoro.

Al momento della fornitura, l'Impresa, nel sottoporre il materiale all'approvazione della DLL e della Committenza, dovrà fornire una certificazione, da parte del produttore riguardante la corrispondenza dei prodotti alle normative vigenti e le prove di controllo qualità a cui sono stati sottoposti.

Tutto il materiale vegetale dovrà rispettare le seguenti norme di Legge e successive modificazioni:

- ✓ D.M. 31/01/1996 e s.m.i. - Misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nel territorio della Repubblica italiana di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali;
- ✓ D.Lgs. 19/05/2000, n. 151 - Attuazione della direttiva 98/56/CE relativa alla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione delle piante ornamentali;
- ✓ D.M. 9/08/2000 Recepimento delle direttive della Commissione n. 99/66/CE, n. 99/67/CE, n. 99/68/CE e n. 99/69/CE del 28 giugno 1999, relative alle norme tecniche sulla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione delle piante ornamentali, in applicazione del D.Lgs. 19 maggio 2000, n. 151;
- ✓ D.lgs. 386 del 10/11/2003 - Commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione;
- ✓ D.Lgs 214 del 19/08/2005 - Attuazione della direttiva 2002/89/CE concernente le misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali;

### **Quindi il materiale vegetale dovrà essere corredato da:**

- **certificato principale di identità** ai sensi dell'art. 8 comma 1 del d.lgs. 386/2003 o, in mancanza, cartellino vivaistico di cui all'art. 8 comma 4 del d.lgs. 386/2003;
- **Passaporto delle piante** ai sensi del D.Lgs. 214/2005 ("passaporto verde").

Il materiale vegetale dovrà avere caratteristiche genetiche congruenti con quelle del contesto ambientale di riferimento. La fonte di approvvigionamento del materiale vegetale

stesso dovrà pertanto essere valutata preventivamente da parte della D.LL. e della stessa approvata prima della fornitura.

L'Impresa avrà l'obbligo di dichiarare la provenienza degli alberi; questa dovrà essere accertata dalla D.LL., la quale, comunque, si riserverà la facoltà di effettuare visite ai vivai sia per scegliere le piante (di migliore aspetto o comunque idonee per i lavori da realizzare) sia per scartare quelle che presenteranno eventuali difetti o tare di qualsiasi genere.

La D.LL. avrà quindi il diritto, a proprio insindacabile giudizio, sia di respingere piante non adatte sia di accettare la fornitura con riserva evidenziandone gli eventuali difetti.

In ogni caso l'Impresa dovrà fornire le piante esenti da malattie, parassiti e deformazioni, corrispondenti, per specie, caratteristiche e dimensioni (proiezione, densità, forma della chioma ecc.), alle specifiche del computo metrico estimativo e degli elaborati progettuali, scartando quelle con portamento stentato, irregolare o difettoso.

L'Impresa dovrà sostituire a proprie spese le piante morte o sofferenti entro la prima stagione vegetativa successiva all'impianto nonché sostituire, anche successivamente (per un periodo di 5 anni), le piante in relazione a difetti di fornitura o di manutenzione evidenziati per iscritto dalla D.LL.

### **1.2.1 Esempolari arborei**

Gli alberi dovranno presentare portamento e dimensioni rispondenti alle caratteristiche richieste dal progetto e tipici della specie, della varietà e della età al momento della loro messa a dimora. Gli alberi dovranno essere stati specificatamente allevati per il tipo di impiego previsto (es. alberate stradali, filari, esemplari isolati o gruppi, ecc.).

La parte aerea delle piante dovrà avere portamento e forma regolari, presentare uno sviluppo robusto, non "filato", che non dimostri una crescita troppo rapida o stentata.

In particolare il fusto e la branche principali dovranno essere esenti da deformazioni, capitozzature, ferite di qualsiasi origine e tipo, grosse cicatrici o segni conseguenti ad urti, grandine, scortecciamenti, legature, ustioni da sole, cause meccaniche in genere.

La chioma, salvo quanto diversamente richiesto, dovrà essere ben ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione delle branche principali e secondarie all'interno della stessa.

L'apparato radicale dovrà presentarsi ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane e privo di tagli di diametro maggiore di un centimetro.

Gli alberi dovranno essere normalmente forniti in contenitore o zolla; a seconda delle esigenze tecniche o della richiesta potranno essere eventualmente consegnati a radice nuda soltanto quelli a foglia decidua, purché di giovane età e di limitate dimensioni.

Le zolle ed i contenitori (vasi, mastelli di legno o plastica, ecc.) dovranno essere proporzionati alle dimensioni delle piante.

Per gli alberi forniti con zolla o in contenitore, la terra dovrà essere compatta, ben aderente alle radici, senza crepe evidenti con struttura e tessitura tali da non determinare condizioni di asfissia.

Le piante in contenitore dovranno essere accuratamente rinvasate in modo da non presentare un apparato radicale eccessivamente sviluppato lungo la superficie del contenitore stesso.

Le zolle dovranno essere ben imballate con un apposito involucro degradabile (juta, paglia, teli, reti di ferro non zincato, ecc.), rinforzato, se le piante superano i 5 metri di altezza, con rete metallica degradabile, oppure realizzato con pellicola di plastica porosa o altri materiali equivalenti.

Gli alberi dovranno corrispondere alle richieste del progetto e dell'Elenco Prezzi secondo quanto segue:

- altezza dell'albero: distanza che intercorre fra il colletto e il punto più alto della chioma;
- altezza di impalcatura: distanza intercorrente fra il colletto e il punto di inserzione al fusto della branca principale più vicina;
- circonferenza del fusto: misurata ad un metro dal colletto;
- diametro della chioma: dimensione rilevata in corrispondenza della prima impalcatura per le conifere, a due terzi dell'altezza totale per tutti gli altri alberi.

Qualora le piante siano fornite in contenitore, le radici devono risultare, senza fuoriuscirne, pienamente compenstrate in questo. L'apparato radicale deve comunque presentarsi sempre ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane. Le piante devono aver subito i necessari trapianti in vivaio.

Nel seguito si riporta l'elenco delle specie da utilizzare per le piantumazioni arboree.

**Tabella 1 - Specie arboree autoctone**

<b>Specie arboree autoctone</b>		
<i>Acer campestre</i>	Acero campestre	cfr 10-12 cm, ha 2.20 m, z
<i>Fraxinus excelsior</i>	Frassino maggiore	cfr 10-12 cm, ha 2.20 m, z
<i>Prunus avium</i>	Ciliegio selvatico	cfr 10-12 cm, ha 2.20 m, z
<i>Tilia cordata</i>	Tiglio nostrano	cfr 10-12 cm, ha 2.20 m, z
<i>Ulmus minor</i>	Olmo campestre	cfr 10-12 cm, z
<i>Carpinus betulus 'Pyramidalis'</i>	Carpino bianco piramidale	cfr 10-12 cm, ha 2.00 m, z

**Tabella 2 – Specie arboree autoctone di piccola taglia**

<b>Specie arboree di piccola taglia</b>		
<i>Crataegus laevigata</i>	Biancospino selvatico	cfr 10-12 cm, ha 2,00, z

### **1.2.2 Arbusti e cespugli**

Gli arbusti devono essere ramificati a partire dal colletto, con non meno di tre ramificazioni ed avere altezza proporzionale al diametro della chioma.

Gli arbusti e i cespugli se di specie autoctona devono provenire da produzioni specializzate derivante da materiale autoctono.

La chioma dovrà essere correttamente ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione.

Gli arbusti e i cespugli dovranno essere forniti in contenitore o in zolla a seconda delle indicazioni dell'elenco prezzi, se richiesto, potranno essere fornite a radice nuda, purché si tratti di piante caducifoglie e di piccole dimensioni in fase di riposo vegetativo.

L'apparato radicale dovrà presentarsi ben accestito, proporzionato alle dimensioni della pianta, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari, fresche, sane e prive di tagli con diametro superiore a 1 cm.

Negli arbusti e cespugli forniti in zolla o in contenitore, il terreno che circonda le radici dovrà essere compatto, ben aderente alle radici, di buona qualità, senza crepe.

Le piante fornite in zolla dovranno essere ben imballate con un involucro degradabile (juta, reti di ferro non zincate, ecc...).

Nel seguito si riporta l'elenco delle specie da utilizzare per e piantumazioni arbustive.

**Tabella 3 - Specie arbustive autoctone**

<b>Specie arbustive autoctone</b>		
<i>Cornus sanguinea</i>	Sanguinello	h 0,40/0,80; v3
<i>Corylus avellana</i>	Nocciolo	h 0,40/0,80; v3
<i>Cytisus scoparius</i>	Ginestra dei carbonai	v18
<i>Crataegus monogyna</i>	Biancospino	h 0,40/0,80; v3
<i>Euonimus europaeus</i>	Beretta del prete	h 0,40/0,80 ; v3
<i>Frangula alnus</i>	Frangola, Alno nero	h 0,40/0,80; v3
<i>Rosa pendulina</i>	Rosa alpina	v10

### **1.2.3 Sementi**

L'Appaltatore dovrà fornire sementi di ottima qualità, selezionate e rispondenti esattamente al genere, specie e varietà richieste, fornite nella confezione originale sigillata, munite di certificato di identità e di autenticità con indicato il grado di purezza (minimo 98%), di germinabilità (minimo 95%) e la data di confezionamento stabilita dalle leggi vigenti, inoltre dovrà essere munito della certificazione CRA-SCS.

Qualora la miscela non fosse disponibile in commercio dovrà essere realizzata in cantiere alla presenza della D.L. e dovrà rispettare accuratamente le percentuali stabilite dal progetto (le percentuali devono essere calcolate sul numero indicativo di semi), sarà cura dell'Appaltatore preparare e mescolare in modo uniforme le diverse qualità di semi.

I miscugli indicati in progetto potranno essere modificati a seconda delle indicazioni della D.L. che verificherà i risultati conseguiti durante lo svolgimento dei lavori.

Per evitare il deterioramento delle sementi non immediatamente utilizzate, queste dovranno essere poste in locali freschi e privi di umidità.

Nel seguito si riporta il miscuglio da utilizzare per gli inerbimenti.

*Tabella 4 - Miscuglio di specie autoctone per l'inerbimento*

<b>Specie</b>	<b>%</b>
<i>Festuca arundinacea</i>	22
<i>Lolium rigidum</i>	20
<i>Festuca rubra</i>	15
<i>Festuca ovina</i>	15
<i>Lolium perenne</i>	10
<i>Onobrychis viciaefolia</i>	7
<i>Phleum pratense</i>	5
<i>Trifolium hybridum</i>	2
<i>Trifolium repens</i>	2
<i>Hedysarum coronarium</i>	2
<b>totale</b>	<b>100%</b>

## 2. TECNICHE D'INTERVENTO

Nel presente capitolo vengono descritte le tecniche di intervento suddivise, cronologicamente, in: accantonamento degli strati fertili del suolo, ripristino della fertilità del suolo e sistemazione a verde.

### 2.1 Pulizia generale del terreno

L'area oggetto della sistemazione viene di norma consegnata all'Impresa con il terreno a quota d'impianto.

Qualora il terreno all'atto della consegna non fosse idoneo alla realizzazione dell'opera per la presenza di materiale di risulta o di discarica abusiva, i preliminari lavori di pulitura del terreno saranno eseguiti in base all'Elenco prezzi e in accordo con la Direzione Lavori.

Per quanto attiene le quote relative all'andamento superficiale del terreno, l'impresa è tenuta, visti gli elaborati progettuali a provvedere alle necessarie movimentazioni al fine di ottenere gli andamenti superficiali previsti dal progetto stesso, ciò minimizzando le asportazioni dello strato di coltivo esistente.

### 2.2 Ripristino della fertilità del suolo

Il terreno derivante dalle attività di cantiere si presenta spesso compattato, privo dell'originario orizzonte organico superficiale e, se non adeguatamente e prontamente trattato, viene spesso invaso da specie infestanti.

Il terreno scoticato e compattato dai passaggio di mezzi pesanti, verrà trattato come di seguito esposto.

1) Per quanto riguarda lo scotico asportato, per evitare il degrado della risorsa con relativa perdita di fertilità, si avrà cura di effettuare l'accantonamento del terreno tenendo in conto alcuni accorgimenti:

- Il terreno sarà stoccato in cumuli alti non più di 2 metri. Questi saranno inerbiti (molto indicato a questo scopo è il *Lolium perenne*) per evitare il dilavamento delle sostanze nutritive ad opera delle precipitazioni atmosferiche.
- Il cumulo sarà costituito da strati di terreno di circa 50 cm di spessore (deposti in modo da non sovvertire o alterare la disposizione degli strati precedente lo scotico) alternati a strati di 10 cm costituiti da torba, paglia e concime. Alla base dei cumuli si predisporranno adeguate tubature per la raccolta e l'allontanamento del percolato.

2) Per quanto riguarda il substrato scoticato, esso prima di poter accogliere la vegetazione d'impianto verrà pulito da materiali di risulta dei cantieri.

Si provvederà, inoltre, all'estirpazione delle piante infestanti e ruderali insediatesi. Il ripristino del suolo consisterà, inoltre, nell'aratura profonda da eseguire con scarificatore, fino a 60-80 cm di profondità, al fine di frantumare lo strato superficiale fortemente compattato, nel quale le radici non riuscirebbero a penetrare e l'acqua avrebbe difficoltà di infiltrazione.

**Sui terreni oggetto di scotico, ove verranno realizzate le sistemazioni a verde, verrà apportata terra di coltivo a costituire uno strato dello spessore minimo di 30 cm circa**

**dopo il costipamento e, in corrispondenza degli alberi di 100 cm, per una superficie per ciascun albero pari a 3 mq circa (raggio = 1m circa**

Il terreno deve essere modellato secondo le quote previste dal progetto, al fine di ottenere una superficie omogenea atta alla messa a dimora rispettivamente delle piante e del prato e raccordata ai vari manufatti eventualmente presenti nell'area.

A tal fine verrà utilizzato il citato terreno di scotico precedentemente accantonato. La piena ripresa delle capacità produttive di questo terreno avrà luogo grazie alla posa degli strati di suolo preesistenti in condizioni di tempera del terreno, secondo l'originaria successione, utilizzando attrezzature cingolate leggere o con ruote a sezione larga, avendo cura di frantumare le zolle per evitare la formazione di sacche di aria eccessive e di non creare suole di lavorazione e differenti gradi di compattazione che potrebbero in seguito provocare avvallamenti localizzati.

La coltre pedologica asportata verrà riportata in sito, sul fondo opportunamente livellato a costituire un "piano di posa" con pendenza uniforme, ricostituendone uno spessore omogeneo, avendo cura di mantenere separati, per quanto possibile, il "top soil" dal "sub soil", e rimuovendo altresì eventuali lenti ghiaiose e ciottolose, ricche in scheletro: qualora, dalla rimozione di tali lenti ed intercalazioni di minore pregio pedologico, risultassero delle eventuali carenze di terreno agrario, si potrà ricorrere, per raggiungere lo spessore finale richiesto, all'integrazione con del terreno di scotico di provenienza esterna, verificando che lo stesso abbia idonee caratteristiche pedologiche.

Per la fertilizzazione dello scotico si utilizzeranno o concimi organo-minerali o letame maturo (500 q/ha). Allo scopo di interrare il concime o il letame si provvederà a una leggera lavorazione superficiale. Ad integrazione del terreno scotico potrà venire utilizzato terriccio ottenuto per decomposizione aerobica controllata di materiali vegetali e/o animali e/o torba. Tale terriccio dovrà presentare un pH neutro.

La rimozione della frazione scheletrica abbondante che caratterizza gli orizzonti del sub soil dei suoli naturali della zona comporterà la possibilità di effettuare lavorazioni più profonde. Ciò si traduce anche in un miglioramento della capacità di trattenuta idrica del suolo e, si avrà pertanto un miglioramento delle caratteristiche pedologiche del terreno, mediante la formazione di uno strato uniforme privo di lenti ghiaiose.

Saranno in capo all'Appaltatore le verifiche della fertilità del suolo con analisi periodiche.

### **3. OPERE PER LA PREPARAZIONE DEL TERRENO**

#### **3.1 Aratura**

La lavorazione del terreno dovrà avere il carattere di una vera e propria aratura, sarà perciò eseguita fino alla profondità di almeno cm. 40 (salvo differenti specifiche in merito da parte della D.L. )

L'aratura dovrà farsi con il mezzo trainante più leggero possibile in relazione alle caratteristiche del terreno stesso per minimizzare la compressione del medesimo.

Le "fette" di lavorazione dovranno essere rovesciate con successione regolare senza lasciare fasce intervallate di terreno sodo.

Ove necessario il lavoro dovrà completarsi a mano: le arature dovranno effettuarsi sempre previa autorizzazione della D.L. e saranno finalizzate a garantire l'esecuzione degli interventi solo a terreno "in tempera".

### 3.2 Erpicatura e fresatura

Tale lavorazione prevede la rottura ed il rimescolamento dello strato superficiale del terreno. Dovrà essere utilizzato un erpice (a denti o a dischi) ed una fresa secondo le indicazioni della D.LL.

La lavorazione dovrà essere effettuata in modo incrociato per permettere un ottimo sminuzzamento dello strato superficiale del terreno (cm 30).

Il periodo per effettuare la lavorazione di erpicatura e fresatura dovrà essere stabilito dall'Impresa in accordo con la D.LL..

### 3.3 Concimazioni

Per la concimazione dovranno essere usati, secondo le indicazioni della D.LL., fertilizzanti minerali e/o organici.

I concimi minerali (semplici, composti, complessi ecc.) dovranno avere il titolo dichiarato ed essere forniti nell'involucro originale della fabbrica.

I concimi organici (letame, residui organici vari, ecc.) dovranno essere raccolti presso luoghi o fornitori autorizzati dalla D.LL..

Il concime dovrà essere somministrato immediatamente prima della realizzazione dei prati o della piantagione di essenze arboree o arbustive, sempre che il tipo di concime non richieda un'applicazione anteriore.

Nel caso di utilizzo di concimi minerali complessi (NPK+Mg) essi dovranno contenere azoto in forma nitrica ed ammoniacale a pronta azione ed azoto ad azione prolungata presente in quantità non inferiore al 50% della quantità totale.

La concimazione organica potrà realizzarsi distribuendo 450 q/li per ha di letame bovino o equino ben maturo; in alternativa dovrà realizzarsi una concimazione minerale di fondo mediante la somministrazione dei corrispondenti quantitativi di fertilizzanti (in rapporto 10:15:15 gr/mq). L'Impresa sottoporrà all'approvazione della D.LL. i prodotti commerciali che essa intende impiegare, ed il piano di concimazione verrà formulato conseguentemente

Il concime dovrà essere distribuito uniformemente, evitando in particolare le sovrapposizioni di strisce, nel caso di stesa a macchina. Le macchine per lo stesa del concime dovranno essere caricate esternamente alla superficie da concimare. Il concime dovrà essere introdotto uniformemente nello strato di suolo vegetale.

Oltre alla concimazione di fondo (da effettuarsi dopo l'aratura e prima della erpicatura), l'impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi a lenta cessione (titolo indicativo 18:24:12) e tenendo comunque presente che lo sviluppo della vegetazione dovrà avvenire in modo uniforme.

Le modalità delle concimazioni di copertura non vengono precisate, lasciandone l'iniziativa all'Impresa, la quale è anche interessata all'ottenimento della completa copertura del terreno nel più breve tempo possibile ed al conseguente risparmio dei lavori di risarcimento,

diserbo, sarchiatura, ripresa di smottamenti ed erosioni, che risulterebbero certamente più onerosi in presenza di non perfetta vegetazione, come pure ad ottenere uno sviluppo uniforme e regolare degli impianti a verde.

Saranno in capo all'Appaltatore le verifiche della fertilità del suolo con analisi periodiche.

### 3.4 Livellamento

Il terreno di coltivo, una volta effettuate le operazioni di ricarica stendendolo a costituire uno spessore omogeneo, dovrà essere opportunamente rimodellato, effettuando lo spianamento ed il livellamento in modo da ottenere una superficie omogenea atta alla messa a dimora rispettivamente delle piante e del prato e raccordata ai vari manufatti eventualmente presenti nell'area.

### 3.5 Tracciamenti per la messa a dimora delle piante

Prima della messa a dimora di alberi ed arbusti, l'Impresa è tenuta alla predisposizione delle seguenti operazioni, secondo la tempistica prevista dal progetto:

- ✓ sulla base delle indicazioni riportate negli elaborati di progetto picchettazione della posizione di messa a dimora di piantine forestali ed arbusti, con associazione degli esemplari ai picchetti;
- ✓ picchettazione delle aree per la messa a dimora di gruppi di alberi, gruppi di arbusti, fasce arbustive, aree ad erbacee, con la precisione richiesta dalla D.LL., nonché predisporre la picchettazione di un'area di saggio con il sesto di impianto previsto;
- ✓ picchettazione delle aree per la formazione di superfici prative comprendente, oltre ai punti obbligati, anche i punti intermedi.

Ogni picchetto dovrà essere numerato ed essere riferito a punti inamovibili per poterne ricostruire la posizione in caso di danneggiamento o manomissione. I capisaldi, i picchetti o le livellette successive danneggiati o rimossi dovranno essere immediatamente ripristinati a cura e spese dell'Impresa.

I risultati della picchettazione saranno riportati su appositi elaborati che dovranno essere approvati dalla D.LL.; una copia di tali elaborati dovrà essere consegnata alla Committenza, una alla D.LL., ed una terza verrà conservata in cantiere. Durante la verifica da parte della D.LL. o della Committenza dei risultati dei rilievi, l'Impresa è tenuta a mettere a disposizione il personale ed i mezzi necessari.

La tolleranza ammessa per la formazione di filari o per la piantumazione a sesto regolare è di cm 10 rispetto agli allineamenti riportati per il 10% degli elementi controllati, di cm 5 rispetto agli allineamenti riportati per il 30% degli elementi controllati e di cm 0 rispetto agli allineamenti riportati per il 60% degli elementi controllati.

La tolleranza ammessa per la messa a dimora di alberi sviluppati ed arbusti, isolati o a piccoli gruppi, è di cm 20 rispetto alle posizioni riportate per il 10% degli elementi controllati, di cm 10 rispetto alle posizioni riportate per il 40% degli elementi controllati e di cm 5 rispetto alle posizioni riportate per il restante 50% degli elementi controllati.

La tolleranza ammessa per la formazione di aree arbustive o superfici prative, rispetto a quelle indicate negli elaborati progettuali, è di cm 25 rispetto alle quote riportate per il 30% dei

punti rilevati, di cm 10 rispetto alle quote riportate per il 30% dei punti rilevati e di cm 5 rispetto alle quote riportate per il restante 40% dei punti rilevati; si prescrive inoltre una tolleranza del 5% sull'estensione di aree fino a 100 metri quadrati, una tolleranza del 3% sull'estensione di aree comprese fra 100 e 1.000 metri quadrati, e una tolleranza del 2% sull'estensione di aree superiori ai 1.000 metri quadrati

Al momento della verifica delle tolleranze di errore dell'esecuzione dei lavori, l'Impresa può richiedere un ampliamento del numero di campioni utilizzati per il calcolo.

#### 4. MESSA A DIMORA DI ALBERI ED ARBUSTI

Messa a dimora di **alberi autoctoni** da vivaio, di specie di **Tab. 1 e piccoli alberi, di Tab.2**, con certificazione di origine del materiale da propagazione, nelle quantità al m<sup>2</sup> come indicato nelle varie voci di computo, previa formazione di buca con mezzi manuali o meccanici di dimensioni doppie al volume radicale nel caso di piante in fitocella, vaso o pane di terra.

Messa a dimora di **arbusti autoctoni** da vivaio, con certificazione di origine del materiale da propagazione, utilizzando le specie di **Tab. 3**, in quantità per m<sup>2</sup> come previsto nelle singole voci di computo, previa formazione di buca con mezzi manuali o meccanici di dimensioni doppie rispetto al volume radicale nel caso di fitocelle, vasi o pani di terra. Si intendono inclusi:

- l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei;
- il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, ecc. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta;
- il rinalzo con terreno vegetale di qualità con eventuale invito per la raccolta d'acqua a seconda delle condizioni pedoclimatiche della stazione;
- apporto di eventuali ammendanti, fertilizzanti, biostimolanti radicali, acidi umici, micorrize, ecc.;
- la pacciamatura con biofeltri o altro materiale ad elevata compattezza per evitare il soffocamento e la concorrenza derivanti dalle specie erbacee;
- un paletto o canna tutore con funzione di sostegno e di segnalazione della presenza pianta (h min. 0,80 m fuori terra).

Il terreno deve riempire la buca fino al colletto della pianta e deve essere compattato in modo che la pianta opponga resistenza all'estrazione. Successivamente, viene formata una piccola concavità intorno all'arbusto per una migliore captazione dell'acqua.

Nei terreni privi di suolo organico sarà necessario preparare delle buche nel substrato minerale e riempirlo con una certa quantità di terreno vegetale, fibra organica e fertilizzanti atti a garantire l'attecchimento delle piante; in tali terreni sarà comunque da preferire la scelta di piante a comportamento pioniero della serie dinamica della vegetazione potenziale del sito.

Per le piante in zolla, contenitore o fitocella il trapianto dovrà essere effettuato in periodo stagionale idoneo (autunno – inverno) tenendo conto delle stagionalità locali e con esclusione dei periodi di estrema aridità estiva o gelo invernale.

Prima del riempimento definitivo delle buche, gli alberi, gli arbusti e i cespugli di rilevanti dimensioni dovranno essere resi stabili per mezzo di pali di sostegno, ancoraggi e legature. Prima di provvedere all'ancoraggio definitivo delle piante sarà necessario accertarsi

che il terreno di riempimento delle buche risulti debitamente assestato per evitare che le piante risultino sospese alle armature in legno e si formino cavità al di sotto degli apparati radicali. L'impresa provvederà poi al riempimento definitivo delle buche con terra di coltivo, costipandola con cura in modo che non rimangano vuoti attorno alle radici o alla zolla.

Il palo tutore dovrà essere infisso saldamente nel terreno a buca aperta e prima dell'immissione nella buca della pianta da sostenere.

Qualora previsto dal progetto l'Impresa è tenuta a collocare attorno al pane di terra, a livello della massima circonferenza, un tubo drenante in PVC di diametro cm. 10 corrugato e forato lateralmente. Una estremità del tubo dovrà fuoriuscire dal terreno per consentire le operazioni di irrigazione periodica.

Il riempimento delle buche, sia quello parziale prima della piantagione, sia quello definitivo, potrà essere effettuato, a seconda delle necessità, con terra di coltivo semplice oppure miscelata con torba.

Nel caso la Direzione Lavori decida che all'atto dell'impianto venga effettuata una concimazione secondaria localizzata, l'Impresa avrà cura di spargere il fertilizzante evitando che questo venga a contatto diretto con le radici, in modo da evitare danni per disidratazione

A riempimento ultimato, attorno alle piante dovrà essere formata una conca o bacino per la ritenzione dell'acqua necessaria per favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

Dopo l'impianto (in cui è prevista una bagnatura iniziale) nei primi 5 anni è necessaria un'irrigazione di soccorso tramite apporto diretto.

Sono previsti i risarcimenti per fallanze.

Le piante fornite devono essere sane, ben conformate, prive di difetti o di danni di natura parassitaria o meccanica e che abbiano un apparato radicale sano, ben conformato, vitale e ricco di radici assorbenti.

#### **4.1 Preparazione di buche per piantagioni**

Le buche di piantagione per alberi e arbusti dovranno essere predisposte smuovendo e asportando il terreno sino alla profondità necessaria.

Se le piante verranno messe a dimora in tempi successivi oppure, qualora già scavate le buche, le piantumazioni dovranno essere differite, ad evitare pericoli per l'incolumità di persone e mezzi l'Appaltatore dovrà ricolmare le buche con la stessa terra, avendo cura di invertire gli strati e di non costiparla.

Se avviene una piantagione di alberi di grandi dimensioni, risultanti da trapianti o forniti ex novo in zolla da vivaio, per dimensionare adeguatamente le buche andranno considerati: lo spazio per il loro ingombro, la necessità di agevolare il naturale assestamento della pianta sotto il suo peso, e la possibilità di apportarvi un conveniente strato di ghiaia drenante, terriccio, concime organico, ecc.

Se verranno messe a dimora piante arboree ed arbustive a radice nuda, le dimensioni della buca dovranno permettere un ordinato ed agevole collocamento degli apparati radicali, che non devono essere danneggiati.

Durante l'esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà porre la massima attenzione alla eventuale presenza di cavi e tubazioni sotterranee, interrompendo i lavori e informandone in

caso positivo la Direzione Lavori, con la quale si concorderanno la migliore collocazione delle piante e gli altri interventi necessari.

Nel caso fossero riscontrati gravi problemi di ristagno l'Impresa provvederà, su autorizzazione della Direzione Lavori, a predisporre idonei drenaggi secondari che verranno contabilizzati a parte in base all'Elenco prezzi.

I drenaggi secondari dovranno essere eseguiti collocando sul fondo degli scavi uno strato di materiale adatto a favorire lo scolo dell'acqua (pietre di varie dimensioni, pezzame di tufo, argilla espansa, etc.) eventualmente separato dalla terra vegetale sovrastante con un feltro imputrescibile (tessuto non tessuto); al di sotto del drenaggio, dovranno essere realizzate anche canalette di deflusso o posti in opera idonei tubi drenanti, che dovranno essere raccordati al sistema drenante generale.

I danni causati dalla mancata osservazione di queste norme sono a carico dell'Impresa.

L'Impresa dovrà tenere conto degli eventuali manufatti edilizi esistenti in prossimità del sito di piantagione (cordonature, pavimentazioni), evitandone il danneggiamento se devono essere conservati.

#### **4.2 Profondità dello strato di terreno per piantumazioni**

In linea generale la profondità di scavo per collocare a dimora alberi e arbusti dovrà rispettare, come già specificato, le dimensioni delle piante, relativamente alle dimensioni delle zolle ed alla necessità della loro più agevole collocazione.

A titolo di prescrizione generale la profondità di scavo dovrà consentire una messa a dimora delle piante in modo che il livello uniforme di progetto del terreno e il colletto dei fusti si trovino alla stessa quota.

Qualora lo strato di terreno al fondo della buche si presenti eccessivamente compatto formando una suola impermeabile, l'Impresa dovrà provvedere ad una "rottura" della stessa, e intervenire con tutti gli accorgimenti necessari ad evitare ristagni di acqua sotto alla zolla.

#### **4.3 Conguaglio, scarificazione e pulizia delle superfici**

Dopo la piantagione, la superficie del suolo deve essere conguagliata e scaricata.

Le pietre ed i rifiuti, le parti vegetali decomponibili e le malerbe devono essere allontanate. Si deve tuttavia avere cura, in queste operazioni, di conservare le conche attorno alle piante.

## 5. INERBIMENTI

La formazione dei prati dovrà aver luogo dopo la messa a dimora di tutte le piante previste in progetto.

I prati dovranno presentarsi perfettamente inerbiti con le specie previste, con presenza di erbe infestanti e sassi non superiore ai limiti di tolleranza consentiti dal progetto, esenti da malattie, chiarie ed avvallamenti dovuti all'assestamento del terreno o ad altre cause.

**Tutte le superfici di scarpata dei rilevati e le piste di cantiere che verranno restituite agli usi pregressi, dovranno essere inerbite.**

### 5.1 Generalità

Il rinverdimento di base consiste nell'inerbimento delle superfici ove si effettueranno sistemazioni a verde, per fornire una prima copertura, per la difesa del terreno dall'erosione e per attivare i processi pedogenetici del suolo. Gli inerbimenti sono previsti su tutte le superfici interessate dagli interventi di realizzazione del nuovo autoporto.

La riuscita dell'inerbimento determina inoltre una notevole funzione di reinserimento paesaggistico, permettendo il recupero di aree altrimenti soggette al degrado.

I miscugli sono improntati in primo luogo a realizzare un manto erboso duraturo, possibilmente permanente, in grado di proteggere il terreno dall'erosione e di garantire un buon processo di humificazione del terreno legato all'apporto di fitomassa; le specie da utilizzare sono state scelte, preferibilmente, tra quelle perenni o più longeve.

L'eccessiva lentezza di colonizzazione di alcune specie erbacee fa però sì che sia necessario comprendere nel miscuglio anche specie a rapido attecchimento per la buona riuscita dell'impianto. In particolare, il *Lolium perenne* è considerato una specie "di avvio" grazie al suo rapido insediamento poiché garantisce una buona copertura fin dal primo anno dalla semina lasciando spazio, negli anni successivi, a specie a più lenta affermazione che assicureranno la fase di "consolidamento" dell'inerbimento.

All'epoca della semina, il suolo non deve essere gelato.

Prima della semina, il suolo deve essere preparato con le apposite lavorazioni del suolo e deve essere ben assestato, livellando e quindi rastrellando il terreno per eliminare ogni ondulazione, protuberanza, buca o avvallamento. Si dovrà procedere anche alla eliminazione dei ciottoli presenti tramite rastrellatura e successivo riporto di terreno vegetale se il substrato è sterile.

La semina di regola dovrà essere intrapresa in primavera o in autunno, comunque con temperature del suolo superiori ad 8 °C e sufficiente umidità, scegliendo il periodo più adatto ad assicurare la prescritta composizione floristica.

La quantità di sementi deve essere determinata, previa considerazione del numero di semi per grammo delle singole specie, in modo tale che di regola vengano seminati da 30.000 a oltre 50.000 semi per ogni mq di superficie, corrispondenti ad un peso da 15 a 30 g/mq.

In condizioni atmosferiche e stagionali sfavorevoli, la quantità di sementi per mq deve essere corrispondentemente aumentata. La D.L. può aumentare tale quantità in ragione delle situazioni specifiche (quando soprattutto si tratti di scarpate erodibili o di inerbimenti protetti) che possono condurre a minore germinazione; in tal caso fa fede la indicazione presente nel computo o negli elaborati progettuali.

La concimazione dovrà essere effettuata in due tempi: all'atto della semina dovranno essere somministrati i concimi fosfatici e potassici; i concimi azotati dovranno essere somministrati a germinazione avvenuta.

Per evitare l'alterazione e il deterioramento, le sementi devono essere immagazzinate in locali freschi, ben aerati e privi di umidità.

La semente deve essere distribuita uniformemente.

Le sementi fornite dovranno essere di ottima qualità, in confezioni originali sigillate e munite di certificato di identità, con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza.

Per la realizzazione dei prati mediante semina, si deve di regola utilizzare la miscela di sementi di cui alla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, salvo diverse indicazioni del progetto o della Direzione dei lavori.

La mescolanza delle sementi di diverse specie, qualora non fosse già disponibile in commercio, dovrà essere effettuata alla presenza della Direzione dei lavori.

## 5.2 Modalità di semina

### 5.2.1 Semina a spaglio o mediante seminatrice

La semente deve essere introdotta nel suolo uniformemente, tuttavia a profondità non superiore a 0,5-1 cm.

Per la compressione delle superfici di semina devono essere usati cilindri a graticcio o altri apparecchi adatti.

Qualora la morfologia del terreno lo consenta, è preferibile che le operazioni di semina vengano effettuate mediante speciale seminatrice munita di rullo a griglia, al fine di ottenere l'uniforme spargimento del seme e dei concimi minerali complessi. In caso contrario, la semina, eseguita a spaglio, deve effettuarsi sempre in giornate senza vento.

La copertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano e con erpice a sacco o tramite specifiche attrezzature meccaniche. L'operazione dovrà essere eventualmente ripetuta dopo il secondo sfalcio.

Subito dopo, il terreno deve essere bagnato fino a risultare imbevuto d'acqua fino alla profondità di almeno 5 cm.

### 5.2.2 Idrosemina

Dopo che le superfici da rivestire saranno state preparate, l'impresa procederà al rivestimento mediante idrosemina impiegando una speciale attrezzatura in grado di effettuare la proiezione a pressione di una miscela di seme, fertilizzante, collante ed acqua.

Tale attrezzatura, composta essenzialmente da un gruppo meccanico erogante, da un miscelatore-agitatore, da pompe, raccordi, manichette, lance, ecc., dovrà essere in grado di effettuare l'idrosemina in modo uniforme su tutte le superfici da rivestire, qualunque sia l'altezza delle scarpate.

I materiali da impiegare dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione della Direzione Lavori che disporrà le prove ed i controlli ritenuti opportuni.

I miscugli di seme da spandere, aventi le composizioni nei rapporti di cui alla **Tabella 3**, saranno impiegati nei quantitativi di 200, 400 e 600 kg/ha, in relazione alle prescrizioni che la Direzione Lavori impartirà tratto per tratto, riservandosi inoltre di variare la composizione del miscuglio stesso, fermo restando il quantitativo totale di seme.

Dovrà essere impiegato fertilizzante ternario (PKN, titolo 6.15.3 adatto per la fase di impianto, favorisce la radicazione e lo sviluppo dei germogli) a pronta, media e lenta cessione in ragione di 700 kg/ha.

Per il fissaggio della soluzione al terreno e per la protezione del seme, dovranno essere impiegati in alternativa 1200 kg/ha di fibre di cellulosa, oppure 150 kg/ha di collante sintetico, oppure altri materiali variamente composti che proposti dall'Impresa, dovranno essere preventivamente accettati dalla Direzione Lavori.

All'interno della botte per idrosemina, vengono miscelati tutti i materiali necessari per l'inerbimento, al fine di ottenere una poltiglia omogenea. La distribuzione avverrà alla pressione atta a garantire l'irrorazione a distanza dei prodotti, e l'omogeneità su tutta la superficie. Il diametro degli ugelli e il tipo di pompa devono essere idonei a non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei prodotti.

Si effettuerà l'eventuale aggiunta di essenze forestali alle miscele di sementi, quando previsto in progetto.

L'idrosemina deve essere eseguita in condizioni climatiche idonee, cioè in assenza di vento, pioggia, neve.

Per l'idrosemina l'Impresa è libera di effettuare il lavoro in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenga in modo regolare ed uniforme.

## 6. Verde pensile estensivo

Posa in opera di inverdimento estensivo conforme alla normativa UNI 11235.

Caratteristiche del sistema: spessore ca. 11 cm +/- 5% con spessore di substrato comprensivo del coefficiente di compattazione pari a 8 cm; peso a massima saturazione idrica del sistema esclusa vegetazione 130 kg/m<sup>2</sup>.

Composizione del pacchetto:

*Stuoia protettiva e di accumulo idrico*

Stuoia protettiva e di accumulo idrico, fornire e posare come protezione del manto impermeabile/strato antiradice da sollecitazioni meccaniche incluso risvolti verticali, con una sovrapposizione di min. 10 cm. Materiale 100% poliestere, colore multicolor, spessore ca. 2 mm, peso 300g/m<sup>2</sup> coesionato mediante agugliatura meccanica e termocalandratura senza collanti e leganti chimici.

*Bordo in ghiaia*

Posa di bordature in ghiaia tonda di fiume 16/32, spessore ca. 5 cm, larghezza ca. 30 cm sopra l'elemento di drenaggio.

*Elemento di drenaggio e accumulo idrico*

Posa dell'elemento di drenaggio e accumulo idrico per inverdimenti estensivi. Materiale HIPS – 100% riciclabile, con fori per l'aerazione e la diffusione, calpestabile, resistenza alla

compressione ca. 322 kN/m<sup>2</sup> sec. EN ISO 25619-2, capacità drenante ca. 0,57 l/s\*m con 2% di pendenza in conformità a EN ISO 12958 con pendenza 2 %, capacità di accumulo idrico 11,8 l/m<sup>2</sup>, capacità di stoccaggio 13,50 l/m, coefficiente di deflusso 0,29 sec. FLL, altezza ca. 2,5 cm, peso ca. 1,3 kg/m con certificato CE.

#### *Filtrante*

Stuoia filtrante, posata tra substrato e strato drenante come elemento di separazione e filtrazione, con sovrapposizione di ca. 20 cm. Materiale: 100% polipropilene a filo continuo, coesionato meccanicamente, massa areica 105 g/m<sup>2</sup> EN ISO 9864, allungamento a rottura long. 90% , trasv. 78% sec. EN ISO 10319, resistenza alla trazione long./trasv. 8 kN/m sec. EN ISO 10319, resistenza al punzonamento statico 1,24 kN sec. EN ISO 12236, apertura di filtrazione O90 sec. EN ISO 12956, resistenza all'ossidazione 100% sec. UNI EN ISO 13438, resistenza agli agenti microbiologici >90% determinabile sec. UNI EN 12225, marcatura CE.

#### *Substrato estensivo*

Substrato estensivo per inverdimenti estensivi come strato portante della vegetazione, stabilizzato, idoneo per ampio spettro di piante, fornito e posato per uno spessore medio finito di ca. 8 cm (90 l/m<sup>2</sup>). Dati tecnici: argilla espansa, lapillo, humus di corteccia e compost vegetale. Granulometria 0-10 mm, pH 8,5, volume d'acqua pF1 > 30,00 % v/v, porosità totale ≥ 70,00 % v/v, densità apparente ca. 710 kg/m<sup>3</sup>, peso saturo d'acqua ca. 1.100-1.200 kg/m<sup>3</sup>, sostanza organica ca. 4,70 % s.s. v/v, acqua disponibile ca. 28 l/m<sup>2</sup>. L'equivalenza di eventuali prodotti alternativi deve essere certificata a norma UNI 11235, da un istituto indipendente che attesti la corrispondenza dei dati tecnici richiesti. La certificazione deve essere aggiornata ogni 6 mesi.

#### *Germogli di sedum*

Messa a dimora dello strato vegetale attraverso l'insediamento di germogli di *Sedum* (*Sedum acre*, *Sedum album*, *Sedum montanum*, *Sedum sexangulare*, *Sedum reflexum*) ca. 80 g/mq da seminare sull'impianto, rastrellare leggermente, concimare e annaffiare abbondantemente.

#### *Piante giovani Sedum*

Fornitura e messa a dimora dello strato vegetale attraverso l'insediamento di *Sedum* (*Sedum acre*, *Sedum album*, *Sedum montanum*, *Sedum sexangulare*, *Sedum reflexum*) piante giovani ca. 6 pezzi/mq da piantare sull'impianto, concimare e annaffiare. Verranno fornite in vaso (v1).

#### Altri materiali

##### *Pozzetto di ispezione*

Posa di pozzetto di ispezione sopra lo scarico, incluso piastra di base e coperchio e corpo laterale 10 cm. Altezza incrementabile con rialzi di 10 cm. Coperchio con chiusura e fessurazioni 3,2 mm per il drenaggio dell'acqua superficiale, corpo laterale con fessurazioni 3 mm di drenaggio, con aperture per la connessione di tubi drenanti, apertura nella piastra di base: 300 mm, materiale: polipropilene PPC, resistente a raggi UV, misure 300 x 300.

##### *Profilo di separazione*

Profilo di separazione con lato verticale forato, fornire e posare come elemento di separazione tra stratigrafia di inverdimento e bordo in ghiaia, posato a secco, inclusi connettori in alluminio. Lunghezza 2,50 m, altezza 100 mm , larghezza 90 mm, spessore 1,50 mm.

## 6.1 Presupposti per l'esecuzione dei lavori di inverdimento

- Pendenze preparate in cantiere, superficie pulita con materiale PVC o altri materiali impermeabilizzanti antiradici con una pendenza minima 2 % verso il bocchettone e/o tubo di scarico;
- La superficie da inverdire deve essere libera di materiale di costruzione e altri oggetti;
- Deve essere disponibile una gru con gruista che puo abbracciare tutta la superficie del tetto;
- Il tetto deve essere raggiungibile senza problemi di salita;
- La strada verso il cantiere deve essere transitabile anche per mezzi pesanti (silo, bilico, motrice);
- Deve essere presente una presa dell'acqua;
- Il tetto verde deve essere finito in una fase lavorativa.

## 7. Attrezzature area giochi

Tutti i giochi sono conformi alle norme UNI EN 1176 e UNI EN 1177.

### 7.1 Gioco a molla

Fornitura e posa in opera di un gioco a molla (rappresentate figure animali) realizzato in multistrato di okoumé spessore cm 2 ad incollaggio fenolico pantografato e con spigoli arrotondati.

Trattamento con impregnazione colorata e finitura con vernici atossiche contro l'aggressione degli agenti atmosferici, completo di maniglie e poggiatesta in materiale plastico colorato. La struttura è fissata su molla in acciaio verniciata e omologata, completa di dispositivo antischiacciamento dita.

La bulloneria per l'assemblaggio in acciaio zincato dovrà essere incassata nel legno e racchiusa da tappi in pvc o materiale plastico. La posa in opera dovrà avvenire su terreno a verde compreso di ogni onere per dare l'opera finita, funzionante e a perfetta regola d'arte nel rispetto della normativa vigente.

Dimensioni d'ingombro: altezza 400 mm, larghezza 380 mm, lunghezza 630 mm

### 7.2 Scivolo con castelletto

Scivolo con struttura e scala in legno di pino trattato, protezione anticaduta al piano di calpestio in tubolare d'acciaio zincato, conforme alle norme UNI EN 1176, in opera esclusi trattamento del suolo e pavimentazione speciale per l'area gioco e di rispetto: d) con castelletto, mancorrenti dello stesso legno, protezioni laterali in laminato colorato, tetto in vetroresina colorata, pista in vetroresina, altezza totale 3700 mm, lunghezza pista 3000 mm, dimensioni d'ingombro 5000x1200 Mm.

### 7.3 Pavimentazione area gioco

La pavimentazione dell'area giochi verrà realizzata con piastrelloni antishock in gomma di colore rosso, a fondo pieno alveolare. Lo spessore (min. di mm. 43), derivante dall'altezza

di caduta (HIC), sarà quello indicato dal produttore dell'attrezzatura ludica sotto la quale è prevista la pavimentazione in gomma in conformità alla normativa europea UNI EN 1177 e la fornitura dovrà essere accompagnata dal certificato di omologazione rilasciato da un organismo di qualità riconosciuto.

Il colore sarà quello individuato dalla D.L. compatibilmente con i materiali in commercio. La pavimentazione antishock, in piastrelloni (0.50x0.50 o 1.00x1.00) dovrà essere posata sul sottofondo ottenuto mediante strato di misto granulare anidro di cava o di fiume composto di grossa sabbia e ciottoli di dimensioni non superiori a cm 8 e dello spessore di cm 20 con sovrastante strato di massetto in cls dello spessore di cm. 10 con posa di rete elettrosaldata con 5 maglia 15x15 opportunamente predisposto, ed incollata con apposita colla bi-componente, spalmata su tutta la superficie del piastrellone.

A miglior tenuta ed omogeneità della superficie di assorbimento degli urti, è previsto che la posa dei piastrelloni avvenga con l'inserimento di "spinotti" in materiale plastico tra un piastrellone e l'altro, da inserirsi sul fianco del piastrellone stesso, ad impedirne lo slittamento laterale. La pavimentazione così posata, dovrà essere accompagnata dalla certificazione di conformità alla normativa UNI EN 1177.

#### **7.4 Cestino per rifiuti**

Fornitura e montaggio di cestino portarifiuti a forma cilindrica realizzati in acciaio zincato a caldo e verniciato con colore a scelta della D.L., con palo completo di staffa e cerniera per lo svuotamento.

Dimensioni cestino diam. cm 28, h. cm 46.

Tutta la bulloneria, staffe ecc in acciaio zincato. La posa in opera dovrà avvenire su terreno a verde compreso di ogni onere per dare l'opera finita, funzionante e a perfetta regola d'arte nel rispetto della normativa vigente.

#### **7.5 Tavolo con panche e schienale**

Fornitura e montaggio di tavolo con panche e schienale in unica struttura portante in profilato in ferro zincato a caldo e verniciato con colore a scelta della D.L.

Ogni panca sarà costituita complessivamente da 5 tavole di pino nordico massiccio impregnato in caldaia pressurizzata di sezione rettangolare con spigoli smussati di mm 110x45, e il piano del tavolo da sei listoni.

Dimensioni cm 194x197xh80.

La posa in opera dovrà avvenire su terreno a verde compreso di ogni onere per dare l'opera finita, funzionante e a perfetta regola d'arte nel rispetto della normativa vigente.

## 8. Giardino d'inverno

### 8.1.1 Fioriere

Il Giardino d'Inverno (interno al fabbricato Sitaf/Posto di Controllo Centralizzato) è dotato di fioriere posizionate sulla pavimentazione.

Le caratteristiche delle fioriere sono le seguenti:

- forma circolare;
- materiale in cemento con fascia decorativa in rame e riserva d'acqua;
- dimensioni:

Ø esterno 120 cm, altezza media 60 cm, peso 910 kg;

Ø esterno 160 cm, altezza media 60 cm, peso 1500 kg.

Le fioriere saranno dotate sul fondo di due fori di scarico per l'acqua in eccesso.

### 8.1.2 Argilla espansa

Alla base delle fioriere deve essere formato uno strato di argilla espansa in granuli, granulometria 8 - 20 mm per uno spessore di 15-17 cm in modo da favorire il drenaggio.

### 8.1.3 Pacciamatura con corteccia di resinose

Sulla superficie delle fioriere è creato uno strato di corteccia di resinose spess. 6-8 cm.

### 8.1.4 Ciottoli

L'area interessata dal posizionamento delle fioriere è interessata dallo spandimento, sul sottofondo, di Ciottoli del Ticino grigio misto 4/6 per una profondità 15 cm.

## 9. MANUTENZIONE DELLE OPERE A VERDE PER IL PERIODO DI GARANZIA

La manutenzione che l'Impresa è tenuta ad effettuare durante il periodo di concordata garanzia dovrà riguardare anche le eventuali piante preesistenti e comprendere le seguenti operazioni:

- 1) irrigazioni di soccorso, fatta salva la presenza di condizioni di surplus idrico per condizioni meteoriche;
- 2) sarchiatura/zappettatura del terreno intorno al colletto delle piante e rincalzatura delle stesse;
- 3) difesa dalla vegetazione infestante tramite
  - a. falciature (10-12 volte) su tutte le superfici a prato e localizzate nelle macchie boscate;
  - b. decespugliamento manuale selettivo contro i polloni di robinia nelle aree in cui è stato riscontrato ingresso della specie infestante;
- 4) sostituzione delle fallanze cioè di tutte le piante non "vitali", ovvero morte, malate, parzialmente secche, scarsamente vigorose, malformate o comunque non idonee per

conformazione, o altre caratteristiche vivaistiche o forestali allo scopo dell'impianto. La sostituzione va effettuata sempre rispettando la percentuale tra essenze arboree e arbustive;

- 5) controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere;
- 6) controllo, risistemazione e riparazione dei presidi antifauna e dei dischi pacciamanti o corteccia di resinose e dei tubi dreno per irrigazione;
- 7) rilievi botanici/naturalistici per determinare lo stato di ripresa della vegetazione spontanea.
- 8) eliminazione degli shelter quando abbiano assolto appieno al loro compito;
- 9) servizio d'ispezione periodico delle attrezzature ludiche e di arredo dell'area gioco.
- 10) manutenzione del verde pensile.

**La manutenzione delle opere dovrà avere inizio al collaudo parziale dei lavori e dovrà continuare per tutto il periodo concordato in anni 5.**

Ogni nuova piantagione dovrà essere curata con particolare attenzione fino a quando non sarà dichiarato dalla D.L. che le piante, superato il trauma del trapianto (o il periodo di germinazione per le semine), siano ben attecchite e siano in buone condizioni vegetative.

Verrà nominato un responsabile del programma di manutenzione che avrà i seguenti compiti:

- effettuare i monitoraggi botanici e naturalistici per determinare lo stato di ripresa della vegetazione;
- in base alle risultanze delle verifiche e delle necessità di interventi di manutenzione, redigere un elenco di attività da svolgere;
- controllare la corretta esecuzione di tali interventi, identificare eventuali misure correttive non previste;
- redigere in tal senso rapporti periodici da sottoporre al committente.

### 9.1 Irrigazioni di soccorso

L'Impresa è tenuta ad irrigare tutte le piante messe a dimora e le superfici inerbite per il periodo di garanzia concordato in caso di stagione particolarmente siccitose.

Le irrigazioni verranno eseguite con autobotte.

Le irrigazioni dovranno essere ripetute e tempestive nonché variare in quantità e frequenza, in relazione alla natura del terreno, alle caratteristiche specifiche delle piante, al clima e all'andamento stagionale: il programma di irrigazione (a breve e a lungo termine) e i metodi da usare dovranno essere determinati dall'Impresa e successivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Le irrigazioni dovranno essere eseguite da aprile ad ottobre, salvo casi di periodi siccitosi che si dovessero verificare nel periodo invernale. Il numero delle bagnature nel periodo compreso deve essere non inferiore a 10-12 interventi. Viene fatta salva la presenza di condizioni di surplus idrico per condizioni meteoriche.

Ogni intervento dovrà garantire l'apporto di adeguato volume d'acqua in funzione della tipologia del terreno presente nell'area di intervento e, indicativamente, non inferiore a 30 litri/mq per arbusti e non inferiore a 60 litri/mq per alberi.

## 9.2 Sarchiatura/zappettatura del terreno e rincalzo

Le conche di irrigazione eseguite durante i lavori di impianto devono essere, se necessario, ripristinate, ed a seconda dell'andamento stagionale, delle zone climatiche e delle caratteristiche di specie, l'Impresa provvederà alla chiusura delle conche e al rincalzo delle piante, oppure alla riapertura delle conche per l'innaffiamento.

Le superfici di impianto interessate da alberi e arbusti e le conche degli alberi devono essere oggetto di sarchiature una volta l'anno.

## 9.3 Decespugliamento

Decespugliamento manuale selettivo (soprattutto contro i polloni di robinia) nelle aree in cui è stato riscontrato ingresso della specie infestante, con salvaguardia di eventuale rinnovazione arborea/ arbustiva di specie in sintonia con la scelta progettuale, ed allontanamento manuale e meccanico del materiale prodotto.

Le operazioni di taglio e rimozione di rovi, arbusti e vegetazione arborea infestante dovranno essere eseguite nei tratti indicati in progetto o dall'Ufficio di Direzione Lavori.

I lavori andranno prevalentemente eseguiti con decespugliatore; l'intervento sarà completato a mano.

La sterpaglia rimossa andrà poi ripulita dal terriccio, allontanata dall'area di lavoro e bruciata o portata a rifiuto. L'Impresa dovrà anche raccogliere e trasportare a discarica eventuali rifiuti solidi rinvenuti nell'area di intervento.

Se previsto in progetto o prescritto dall'Ufficio di Direzione Lavori, terminate le operazioni di decespugliamento, il terreno andrà opportunamente regolarizzato.

Il decespugliamento va attuato anche al fine di permettere successivi interventi di sfalcio/triturazione dell'erba.

**In questa fase l'Impresa dovrà porre particolare cura e attenzione nelle lavorazioni per evitare qualunque danno e/o asportazione della vegetazione arborea/arbustiva/erbacea autoctona eventualmente da preservare.**

## 9.4 Falciature

Oltre alle cure colturali normalmente richieste, l'Impresa dovrà provvedere quando necessario alle varie falciature del tappeto erboso.

L'erba tagliata dovrà essere immediatamente rimossa salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori. Tale operazione dovrà essere eseguita con la massima tempestività e cura, evitando la dispersione sul terreno dei residui rimossi.

La difesa dalla vegetazione infestante tramite falciature verrà eseguita 10-12 volte l'anno.

Lo sfalcio sarà eseguito a mano come finitura intorno alle piante.

## 9.5 Sostituzione fallanze

Le eventuali piante morte e/o deperienti dovranno essere sostituite con altre identiche a quelle fornite in origine; la sostituzione deve, in rapporto all'andamento stagionale, essere inderogabilmente effettuata nel più breve tempo possibile dall'accertamento del mancato attecchimento.

## 9.6 Controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere

È competenza dell'Impresa controllare le manifestazioni patologiche sulla vegetazione delle superfici sistemate provvedendo alla tempestiva eliminazione del fenomeno patogeno onde evitarne la diffusione e rimediare ai danni accertati.

## 9.7 Controllo, risistemazione e riparazione degli ancoraggi, dischi pacciamanti, etc.

L'Impresa è tenuta a ripristinare gli ancoraggi, i dischi pacciamanti delle piante e la corteccia di resinose qualora ve ne sia la necessità.

E' inoltre competenza dell'Impresa controllare periodicamente le legature per prevenire ferite al fusto, e rimuoverle almeno una volta, all'anno, rifacendo la legatura in posizione diversa dal precedente punto di contatto con la pianta.

Per le piante di alto fusto interne alle aiuole del piazzale dell'autoporto dovrà essere verificato lo stato dei tubi dreno per irrigazione.

## 9.8 Servizio d'ispezione periodico delle attrezzature ludiche e di arredo

Con cadenza semestrale, verrà effettuato il servizio d'ispezione periodico delle attrezzature ludiche e di arredo dell'area gioco. L'ispezione sarà mirata a valutare lo stato di sicurezza dell'attrezzatura (stabilità e funzionalità) e dell'area in cui si colloca. Sarà redatta una scheda d'ispezione con indicazione di eventuali rotture o situazioni di pericolo. Inoltre tale scheda riporterà le indicazioni operative per effettuare la manutenzione, compreso l'elenco dei pezzi di ricambio necessari. La restituzione dei dati sarà sia su supporto informatico sia su supporto cartaceo. Le ispezioni verranno eseguite e certificate da un tecnico abilitato alla valutazione statica delle attrezzature ludiche con riferimento alle norme UNI EN 1176-1177.

## 9.9 Manutenzione Verde pensile

La manutenzione degli inverdimenti estensivi si suddivide in tre stadi:

- la **cura di completamento** (fino al raggiungimento di un grado di copertura al 80%, secondo norma italiana per tetti verdi UNI 11235 – durata da ca. 12 a 15 mesi);
- **manutenzione di avviamento** a regime (segue alla cura di completamento e riguarda la manutenzione fino al raggiungimento dello stato funzionale – durata da 2 a 4 anni);
- la **manutenzione ordinaria** (per il mantenimento della vegetazione).

La cura di completamento per inverdimento estensivo, consistente in: annaffiamento secondo necessità, ripristino della vegetazione ove mancante, concimazione secondo necessità, allontanamento di vegetazione infestante e di essenze spontanee legnose. La superficie risulta

collaudabile una volta raggiunto un grado di copertura pari al 80 % della superficie stessa. Durata ca. 1 anno.

Gli interventi di manutenzione sono composti essenzialmente dalle stesse misure, ma variano secondo la necessità e l'intensità e dallo sviluppo della piantumazione.

Queste misure sono:

- irrigazione (prioritario nella fase iniziale)
- eliminazione di piante infestanti
- applicazione di concime biologico/organico a lenta cessione
- risemina o reimpianto fallanze
- controllo dello spessore del substrato
- liberare le fasce di bordo e di sicurezza dalla vegetazione
- pulizia delle canalette, dei pozzetti di ispezione e degli scarichi.