



**NOUVELLE LIGNE LYON TURIN - NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE - PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE
CUP C11J05000030001 - LOTTO COSTRUTTIVO 1**

**Chantier Opérationnel 010 / Cantiere Operativo 010
CIG ZDB1F80CC0**

**PARTIE CONCEPTION MOE RACCORD FERROVIAIRE DE LA ZONE TECHNIQUE DE
TORRAZZA - PROGETTO ESECUTIVO DELL'AREA TECNICA DI TORRAZZA**

GENERAL - GENERALI

**SPÉCIFICATIONS DU CONTRAT SPÉCIAL - NORMES TECHNIQUES - TRAVAUX CIVILS ET
ENVIRONNEMENTAUX -
CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO - NORME TECNICHE - OPERE CIVILI E AMBIENTALI**

Indice	Date / Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	11/07/2019	Prima emissione a seguito commenti Telt Première diffusion après commentaires Telt	I. Tamagna (AI)	A. Marra (AI)	A. Marra (AI)
A	11/09/2019	Revisione a seguito commenti Telt Révision après commentaires Telt	I. Tamagna (AI)	A. Marra (AI)	A. Marra (AI)



4	1	0	0	C	1	8	1	9	0	S	T	1	1	0	0
L. Cost. L. Const.	Cantiere Operativo Chantier Opérationnel		Contratto Contrat				Opera Ouvrage		Tratto Tronçon		Parte Partie				

E	C	T	G	N	0	1	0	8	A
Fase Phase	Tipo documento Type de document		Oggetto Objet		Numero documento Numéro de document			Indice Index	

IL PROGETTISTA MANDATARIO/LE DESIGNER



AI ENGINEERING S.r.l.
Via Lamarmora, 80 | 10128 Torino
Tel.: +39 011 58 14 511 | Fax: +39 011 56 83 482
E-mail: posta@aigroup.it
Website: www.aigroup.it

L'APPALTATORE/L'ENTREPRENEUR

-

SCALA / ÉCHELLE

A	P
Stato / Statut	

IL PROGETTISTA MANDANTE/LE DESIGNER



GEODATA ENGINEERING S.p.A.
Corso Bolzano, 14 | 10121 Torino
Tel.: +39 011 58 10 611 | Fax: +39 011 59 74 40
E-mail: geodata@geodata.it
Website: www.geodata.it

L'APPALTATORE/L'ENTREPRENEUR

IL DIRETTORE DEI LAVORI/LE MAÎTRE D'ŒUVRE



SOMMAIRE / INDICE

1	INTRODUZIONE.....	4
2	NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO	4

RESUME / RIASSUNTO

Ce document constitue Cahier des clauses techniques particulières pour les ouvrages de génie civils et environnementaux

Il presente documento costituisce la specifica tecnica e il capitolato generale per le opere civili ed ambientali.

1 Introduzione

Il raccordo ferroviario in progetto si colloca all'interno del progetto di recupero ambientale della cava sita in località Cascina Goretta, nel comune di Torrazza Piemonte (TO).

La configurazione schematica pianificata è mirata al trasporto dello smarino proveniente dallo scavo della galleria fino in prossimità della discarica e risulta costituita dai seguenti elementi:

- un fascio di binari ferroviari dello sviluppo di circa 1010 m sui quali avverrà la movimentazione dei treni adibiti al trasporto del materiale da inviare in discarica e la prova dei freni necessaria prima del rientro dei treni sulla linea storica ferroviaria Torino-Milano;
- un impianto di messa a discarica dello smarino, costituito da una tramoggia in fossa adatta per accogliere lo scarico dei vagoni che compongono il treno adibito al trasporto dello smarino dalla zona di scavi fino in prossimità della discarica.

Questo layout permetterà di unire il sito di smaltimento alla linea ferroviaria storica TO-MI.

Il presente Capitolato Speciale d'Appalto – inerente alle Opere Civili è suddiviso nel modo seguente:

- Sezione 1: Bonifica da ordigni bellici
- Sezione 2: Opere stradali
- Sezione 3: Opere idrauliche
- Sezione 4: Interventi di inserimento a verde
- Sezione 5: Topografia e tracciamenti
- Sezione 6: Movimenti terra
- Sezione 7: Demolizioni
- Sezione 8: Opere strutturali conglomerato cementizio
- Sezione 9: Impianti di illuminazione
- Sezione 10: Allestimenti per la security
- Sezione 11: Barriere antirumore
- Sezione 12: Impermeabilizzazione
- Sezione 13: Carpenteria metallica
- Sezione 14: Opere di cantierizzazione

2 Norme tecniche di riferimento

I lavori descritti nelle varie Sezioni del presente CSA dovranno essere eseguiti in conformità alla normativa tecnica vigente. Si segnala, tra le altre, l'assoluta necessità del rispetto delle seguenti norme:

- L. 05/11/1971 n. 1086:** “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica”;

L. 02/02/1974 n. 64:	“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
D.M. 17 gennaio 2018:	Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
Circ. Min. 02/02/2009 n.617:	“Istruzione per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”;
D.M. 11 marzo 1988:	Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione
UNI EN 1992-2005:	“Progettazione delle strutture in calcestruzzo”;
UNI EN 1997-2005:	“Progettazione geotecnica”;
UNI EN 1998-2005:	“Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”;
UNI EN 206-1-2001:	“Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
ASTM DII43-81:	“Standard Test Method for piles under static and compressive loads”.

SEZIONE 1: BONIFICA DA ORDIGNI BELLICI

SOMMAIRE / INDICE

1	DEFINIZIONI	3
1.1	Normative di Riferimento	3
1.2	Norme di Misurazione	3
2	PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI	4
2.1	Indagini Preliminari.....	4
2.2	Bonifica superficiale.....	5
2.3	Bonifica profonda	5
3	PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI	5
4	MATERIALI E MODALITÀ ESECUTIVE	7
4.1	Rimozione della vegetazione	7
4.2	Indagine geofisica preliminare	8
4.2.1	Indagine elettromagnetica ad Induzione (FDEM).....	8
4.2.2	Georadar (GPR)	9
4.2.3	Tomografia Elettrica (ERT)	9
4.3	Esplorazione del terreno.....	10
4.4	Scavo per il recupero degli ordigni bellici.....	10
5	CONTROLLI DI QUALITÀ.....	11

1 Definizioni

Con "Bonifica da Ordigni Bellici" (BOB) si intendono tutte le attività finalizzate alla ricerca, disinnesco e/o rimozione di ordigni bellici di qualsiasi natura dalle aree interessate dai lavori di costruzione oggetto del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Con "bonifica superficiale" si intende la BOB eseguita fino a 1m di profondità e con "bonifica profonda" quella oltre 1m di profondità.

Per ordigni bellici, indipendentemente dalla terminologia utilizzata nel seguito ed in ogni altro documento contrattuale o progettuale, si intendono: mine, bombe, proiettili, ordigni esplosivi, masse ferrose e residuati bellici di qualsiasi natura.

1.1 Normative di Riferimento

Si richiamano, a titolo non esaustivo, le principali normative relative all'argomento in oggetto:

- D.L.L. 12/04/46, n. 320 e leggi successive
- R.D. 18/06/31 n° 773 T.U. leggi Pubblica Sicurezza Artt.46 e 52 e leggi successive
- Regolamento esecutivo al T.U. di cui sopra
- Circolare 300/46 del 24/11/52 del Min. Interni
- D. Lgs. 15 marzo 2010, n. 66 "Codice dell'Ordinamento Militare";
- D. Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 "Testo Unico sulla Sicurezza" e s.m.i.;
- L. 1° ottobre 2012, n. 177;
- D. l. 11 maggio 2015, n° 82 "Regolamento per la definizione dei criteri per l'accertamento dell'idoneità delle imprese ai fini dell'iscrizione all'albo delle imprese specializzate in bonifiche da ordigni esplosivi residuati bellici".
- GEN-BST-001 "Direttiva Tecnica Bonifica Bellica Sistemica Terrestre (a mente dell'art. 4, comma 2 del D.M. 28 febbraio 2017) emessa dal Ministero della Difesa della Repubblica Italiana – edizione 2017

1.2 Norme di Misurazione

La misurazione della bonifica da ordigni bellici eseguita con tecniche convenzionali e con scavo assistito, ai fini di applicazione delle corrispondenti voci di prezzo è eseguita a metro quadrato di terreno bonificato.

La misura della bonifica bellica eseguita mediante penetrometri con sonda magnetica integrata (volgarmente "perforazione asta liscia") è a metro lineare di perforazione.

La realizzazione della campagna di indagine geofisica preliminare è da intendersi a corpo sulla base delle specifiche nel seguito illustrate (cap.4.2).

Decespugliamento

La misurazione verrà effettuata computando i metri quadrati previsti nel progetto od altre quantità ordinate dalla DL o dalla Direzione Genio Militare in corso di esecuzione ed effettivamente eseguite.

Nei prezzi di realizzazione del decespugliamento si intendono tutti gli oneri principali ed accessori quali:

- la predisposizione dei piani di lavoro, il tracciamento ed il picchettamento dell'area.
- la preparazione ed il decespugliamento del terreno.
- la raccolta e trasporto a discarica autorizzata dei materiali di risulta.

Bonifica di terreno

La misurazione verrà effettuata computando i metri quadrati previsti nel progetto od altre quantità ordinate dalla DL o dalla Direzione Genio Militare in corso di esecuzione ed effettivamente eseguite.

Nei prezzi di realizzazione della bonifica di terreno si intendono tutti gli oneri principali ed accessori quali:

- la predisposizione dei piani di lavoro, il tracciamento ed il picchettamento dell'area.
- la bonifica con strumenti di ricerca per ordigni bellici o altre masse ferrose fino alle profondità indicate dalla Direzione Genio Militare o dalla D.L.

Recupero di ordigni bellici

La misurazione verrà effettuata computando i metri quadrati previsti nel progetto del recupero od altre quantità ordinate dalla DL o dalla Direzione Genio Militare in corso di esecuzione ed effettivamente eseguite.

Nei prezzi di realizzazione del recupero di ordigni si intendono tutti gli oneri principali ed accessori quali:

- la predisposizione dei piani di lavoro, il tracciamento ed il picchettamento dell'area.
- lo scavo disposto dal Genio Militare volto al recupero degli ordigni o altre masse ferrose precedentemente individuate.
- quant'altro previsto nella presente specifica come lavorazione annessa alla realizzazione della bonifica di terreno

2 Prescrizioni ed oneri generali

I lavori di bonifica dovranno essere eseguiti nel rispetto delle leggi dello Stato e dei regolamenti militari vigenti, e di quanto prescritto dal presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Il Ministero della Difesa, in ottemperanza all'art. 22 del D. Lgs. N° 66/2010 (di seguito indicato "Codice") e successive modifiche e/o integrazioni, è responsabile della vigilanza/sorveglianza sulle attività di bonifica da ordigni esplosivi residuati bellici svolte da imprese specializzate iscritte all'Albo istituito dal D.I. 82/2015, avvalendosi all'uopo delle competenti articolazioni esecutive periferiche.

In caso di conflitto, le prescrizioni e le disposizioni che l'Amministrazione Militare, competente per territorio, riterrà opportuno impartire circa l'esecuzione dei lavori di bonifica, prevarranno su quelle del dal presente capitolato anche nelle parti generali.

Le attività dovranno essere seguite anche da un operatore archeologico di provata esperienza, sotto la direzione scientifica della Soprintendenza archeologica del Piemonte.

2.1 Indagini Preliminari

Prima di procedere all'esplorazione del terreno per la ricerca degli ordigni bellici con i metodi e gli apparati certificati da GENIODIFE (Ministero della Difesa) e descritti nel seguito, l'Appaltatore è tenuto a realizzare una campagna di indagini geofisiche finalizzata alla individuazione di eventuali anomalie su cui concentrare la ricerca degli ordigni bellici con gli apparati certificati.

Tale attività è compensata con apposito prezzo a corpo, secondo le specifiche descritte nel paragrafo 4.2.

2.2 Bonifica superficiale

Fatta salva ogni disposizione della Direzione Genio Militare, la bonifica superficiale verrà eseguita su tutta l'impronta di qualsiasi intervento ed opera, comprese le opere provvisorie e di cantiere.

2.3 Bonifica profonda

Dal momento che l'area oggetto di intervento è caratterizzata dal rischio di ritrovamento di ordigni bellici, si dovrà procedere a bonifica in profondità mediante ricerca e localizzazione di ordigni esplosivi residuati bellici eseguita a mezzo di trivellazioni verticali spinte fino a 5 metri di profondità rispetto al piano (maglia ortogonale 2,80 x 2,80 m) con impiego graduale di metal detector da introdurre nei fori stessi.

In dettaglio l'attività di bonifica profonda comprende:

- 1) ricerca e localizzazione in profondità, mediante perforazioni a rotazione verticali o sub verticali mediante uno schema a quadrilatero con una maglia di 2,80 x 2,80 m, eseguita mediante macchina con asta di perforazione elicoidale Ø 20;
- 2) impiego di apposito apparecchio di ricerca, da introdurre nei fori stessi, di ordigni esplosivi e masse ferrose fino alla profondità di circa cm. 500 a partire dal piano campagna o come da indicazioni dettata dalla Direzione dei lavori.

3 Prescrizioni tecniche particolari

- a) L'effettuazione della "Bonifica da Ordigni Bellici", ove prevista, è da intendersi tassativamente propedeutica alla effettuazione di qualsiasi altra attività lavorativa.
- b) Prima di dare corso alle attività di cantiere, l'Appaltatore dovrà richiedere, alla Direzione Genio Militare territorialmente competente, un parere sulla necessità di eseguire lavori di bonifica; tale richiesta dovrà essere corredata dalla documentazione atta ad individuare le aree interessate ed a definire la tipologia delle opere da realizzare su ciascuna area. Prima dell'inizio dei lavori di bonifica, l'Appaltatore dovrà richiedere ed ottenere le necessarie autorizzazioni e prescrizioni da parte della Direzione Generale Militare competente.
- c) All'atto della richiesta di autorizzazione, l'Appaltatore dovrà segnalare/fornire all'Amministrazione Militare competente:
 - c.1) la data di inizio lavori prevista;
 - c.2) la planimetria delle zone da bonificare;
 - c.3) l'elenco del personale tecnico specializzato b.c.m. (dirigenti tecnici, assistenti tecnici, rastrellatori, operai qualificati);
 - c.4) una copia dei brevetti, non scaduti, rilasciati dall'Amministrazione Militare, attestanti l'idoneità di tutto il personale specializzato in riferimento alla qualifica per la quale dovrà essere impiegato;
 - c.5) l'elenco del personale ausiliario. Due giorni lavorativi prima dell'inizio delle attività, l'Appaltatore dovrà comunicare all'Amministrazione Militare:
 - c.6) la data di inizio e la data di fine lavori prevista;
 - c.7) l'elenco nominativo del personale che sarà effettivamente impiegato; tale elenco dovrà fare riferimento al documento di qualifica (brevetti) di cui al precedente punto c.4;

- c.8) l'elenco del materiale e delle attrezzature di cui è previsto l'utilizzo. Durante il corso dei lavori, ed alla fine degli stessi, l'Appaltatore dovrà comunicare/consegnare all'Amministrazione Militare:
- c.9) l'elenco dell'eventuale nuovo personale da utilizzare sui lavori (nel rispetto delle disposizioni di cui ai precedenti punti c.3, c.4, c.5);
- c.10) l'elenco degli ordigni rinvenuti nel corso dei lavori;
- c.11) la planimetria indicante le zone bonificate;
- c.12) la data di fine lavori;
- c.13) la "Dichiarazione a Garanzia" di avvenuta bonifica.

Copia di tutto quanto sopra dovrà essere contestualmente consegnato alla Direzione Lavori.

- d) Giornalmente all'inizio dell'attività lavorativa, l'Appaltatore consegnerà alla Direzione Lavori l'elenco nominativo, con qualifica, del personale effettivamente presente ed operante in cantiere.
- e) Per una certa e completa identificazione degli operai che saranno impiegati nei lavori, la Direzione Lavori potrà richiedere il certificato penale e quello di buona condotta e l'esibizione della carta di identità personale degli addetti ai lavori.
- f) Il dirigente tecnico b.c.m. designato dall'Appaltatore, dovrà presenziare alla consegna dei lavori ed al rilascio delle prescrizioni da parte dell'Amministrazione Militare e dovrà controllare la regolarità dell'esecuzione.
- g) Il coordinamento continuativo delle attività dovrà essere affidato ad un assistente tecnico b.c.m. che dovrà essere presente nell'area di lavoro durante l'intero orario lavorativo di ciascuna giornata e che avrà la responsabilità della custodia e della regolare compilazione dei documenti di cantiere.
- h) I lavori dovranno essere eseguiti con tutte le prescrizioni intese ad evitare danni alle persone ed alle cose, osservando, a tale scopo, le particolari norme tecniche specificate dall'Amministrazione Militare competente, nonché le vigenti prescrizioni di Pubblica Sicurezza per il maneggio, l'uso, il trasporto e la conservazione degli esplosivi, ed in particolare gli articoli 46 e 52 del Testo Unico delle leggi di Pubblica Sicurezza ed il relativo regolamento esecutivo del 18 Giugno 1931 n. 773 e leggi successive.
- i) L'Appaltatore assumerà ogni e qualsiasi responsabilità, sia civile che penale, tanto nei riguardi del proprio personale quanto verso terzi, per danni di qualsiasi natura, comunque e dovunque derivanti dai lavori di bonifica oggetto della convenzione e solleverà perciò la Committente e gli organismi per conto di questa operanti, nella maniera più completa, dalle suddette responsabilità, anche nel caso in cui detti danni si fossero manifestati agendo nel completo rispetto della buona regola dell'arte e delle prescrizioni antinfortunistiche vigenti nonché di ogni altra disposizione particolare o generale prevista nel prescritto atto.
- l) L'Appaltatore, alla fine dei lavori dovrà rilasciare esplicita dichiarazione in bollo, su modulo fornito dalla Amministrazione Militare, per garantire la completa bonifica da mine e da altri ordigni esplosivi residuati bellici, di qualunque genere, della intera zona assegnata.

La dichiarazione in argomento dovrà essere firmata dal Dirigente Tecnico che ha diretto i lavori e dal legale rappresentante dell'Appaltatore.

- m) Tutte le disposizioni che venissero impartite direttamente dal personale dell'Amministrazione Militare dovranno essere portate a conoscenza della Direzione Lavori per eventuali commenti o benessere.
- n) In considerazione del fatto che i suddetti lavori di bonifica tendono a tutelare la pubblica incolumità i lavori stessi saranno eseguiti in conformità della Circolare numero 300/46 del 24 Novembre 1952 del Ministero degli Interni.
- o) L'Appaltatore è tenuto ad assicurare il necessario servizio di pronto soccorso agli operai per il caso di incidenti per scoppio di ordigni esplosivi, predisponendo un posto di pronto soccorso con infermiere ed autoambulanza, sempre presenti durante le ore di lavoro, e materiali sanitari sufficienti per un primo soccorso d'urgenza e per il trasporto dei feriti in un ospedale vicino, prestabilito in seguito a precisi accordi intervenuti fra l'Appaltatore e le locali Autorità. Copia dei sopracitati accordi dovrà essere inviata, per informazione, alla Direzione Lavori prima dell'inizio delle attività unitamente alla dislocazione sulle aree da bonificare dei posti di Pronto Soccorso all'uopo predisposti.
- p) Le zone da bonificare dovranno essere opportunamente recintate e segnalate; sarà cura dell'Appaltatore richiedere l'intervento delle autorità preposte per i provvedimenti da adottare per la disciplina del transito nelle zone interessate dai lavori di bonifica.
- q) Tutti i residuati bellici, di qualsiasi natura, rinvenuti appartengono e dovranno essere consegnati alla Amministrazione Militare.
- r) Nel caso di lavori da eseguire su fondale marino, lacustre, alveo di fiume o comunque in presenza d'acqua, l'Appaltatore dovrà adeguare le attrezzature di ricerca e di servizio alla particolare tipologia dei luoghi.
- s) Tutto il materiale proveniente dal taglio della vegetazione ed il materiale di risulta proveniente da scavi, trovanti, etc., dovrà essere trasportato a rifiuto nella discarica indicata dall'Appaltatore e accettata dalla Direzione Lavori; sarà cura dell'Appaltatore ottenere la disponibilità e l'autorizzazione delle necessarie discariche.

4 Materiali e modalità esecutive

Le fasi di lavoro da svolgere per effettuare la bonifica sono le seguenti:

- Rimozione della vegetazione
- Esplorazione del terreno
- Scavo per il recupero degli ordigni bellici
- Rimozione degli ordigni bellici.

4.1 Rimozione della vegetazione

Ove necessario, prima di procedere alla ricerca degli ordigni bellici, si dovrà procedere alla rimozione della vegetazione.

Il taglio della vegetazione dovrà essere eseguito in tutte quelle zone ove la presenza della stessa ostacoli l'uso dell'apparecchio cercamine e sarà effettuato da operai qualificati b.c.m. sotto il controllo di un rastrellatore.

Nel tagliare la vegetazione non dovranno essere esercitate pressioni sul terreno da bonificare e dovranno essere rispettate tutte le eventuali piante di alto fusto e tutte le "matricine" da lasciare in zona, salvo diverse disposizioni.

Il materiale di risulta verrà accatastato in zona già bonificata e successivamente trasportato a rifiuto.

4.2 Indagine geofisica preliminare

La campagna di carattere geofisico da eseguirsi preliminarmente alle attività di esplorazione con metodi e gli apparati certificati da indicati da GENIODIFE (Ministero della Difesa), dovrà essere condotta con l'impiego combinato di tre metodi di ricerca geofisici indiretti:

- Indagine elettromagnetica ad induzione (FDEM)
- Indagine georadar (groundpenetrating radar (GPR)
- Tomografia di resistività elettrica di superficie (ERT)

I tre sistemi saranno impiegati in successione partendo dall'indagine FDEM, successivamente si procederà con il georadar con particolare approfondimento su aree con evidenti anomalie registrate con il primo metodo. Con la applicazione sequenziale delle due metodologie, in analogia a quanto condotto nel campo prove eseguito nell'area della stazione Certosa, si dovrà restituire una mappa delle anomalie metalliche individuate nel sottosuolo fino ad una profondità di circa 7m dal piano campagna.

Successivamente alle indagini FDEM e GPR, si realizzerà l'indagine ERT per ottenere informazioni a profondità superiori estese sino a circa 11m dal piano campagna, in modo da determinare un modello elettrico tridimensionale della porzione indicata.

Per quanto riguarda l'indagine elettromagnetica ad induzione, si procederà con linee longitudinali di 70m, con una spaziatura di 1 m tra ogni linea.

I dati verranno elaborati in 2D con la restituzione di mappe di conducibilità, quadratura e fase.

Le aree acquisite con l'elettromagnetometro dovranno essere elaborate sul sito di intervento per il posizionamento dell'indagine georadar sulle anomalie principali riscontrate; tali dati verranno elaborati in 2D con l'indicazione dell'anomalia.

La tomografia di resistività elettrica di superficie (ERT) dovrà essere realizzata con di linee da 70 metri con 1 metro di interspazio tra gli elettrodi, e 2 metri di spaziatura tra ogni linea. I dati acquisiti dovranno essere elaborati in 2D e "montati" con l'utilizzo di un software di grid 3D al fine di ottenere mappe di resistività in funzione della profondità.

4.2.1 Indagine elettromagnetica ad Induzione (FDEM)

Descrizione: è una tecnica di prospezione sviluppata per effettuare indagini non invasive in prossimità della superficie del terreno. Il principio di funzionamento risiede nella possibilità di generare campi magnetici parassiti di intensità misurabile da parte del terreno nel momento in cui all'interno dello stesso viene sollecitata la circolazione di un flusso di cariche (i.e. corrente elettrica) per induzione elettromagnetica da superficie. La tecnica prevede l'utilizzo di un'apposita strumentazione (elettromagnetometro o ground conductivity meter) costituita da due antenne (ricevente e trasmittente), solidali tra loro e poste ad una distanza fissa.

La prospezione ha carattere puntuale e viene effettuata per stazioni successive trascinando la sonda lungo dei profili di indagine prefissati in modo tale da investigare aree di interesse. In ciascuna stazione di misura, una corrente alternata fatta circolare all'interno della bobina trasmittente genera un campo magnetico primario di direzione e intensità nota il quale induce nelle porzioni conduttive del terreno una forza elettromotrice, con conseguente circolazione di correnti elettriche parassite nel terreno. Alla circolazione di tali correnti è associato un campo magnetico parassita, o secondario (indotto), il quale contribuisce al campo magnetico totale in sovrapposizione del campo primario (artificiale).

La variazione del campo totale è registrata in termini di tensioni indotte all'interno la bobina ricevente, consentendo di stimare l'intensità del campo magnetico secondario generato dal terreno.

Generalmente, il campo totale misurato è fuori-fase rispetto al campo primario e, in termini di segnale, contiene componenti in quadratura ed in fase con lo stesso. Utilizzando frequenze tra 1 e 16 kHz e con una opportuna disposizione geometrica delle bobine è possibile effettuare una stima della conducibilità elettrica apparente (mS/m) per un terreno omogeneo, espressa come funzione del rapporto tra la componente in quadratura di fase del campo secondario e del campo primario e visualizzabile in tempo reale attraverso un display.

Dettagli tecnici: la strumentazione proposta opera contemporaneamente su n° 3 frequenze (5, 10 e 15 kHz) e configurazione Vertical Dipole Mode (VDM), per una profondità massima di investigazione (indicativa) pari a 6.0 m - 8.0 m dal piano campagna.

4.2.2 Georadar (GPR)

Descrizione: è un sistema di prospezione elettromagnetica che sfrutta le proprietà di propagazione delle onde EM per localizzare oggetti, determinarne velocità, forma e le dimensioni. La tecnica garantisce in funzione delle caratteristiche elettromagnetiche del terreno da investigare e su superfici di acquisizione piane e poco accidentate, elevata risoluzione abbinata a grande velocità e semplicità di acquisizione. Le frequenze utilizzate variano da 10MHz fino oltre 1200 MHz a cui corrispondono lunghezze d'onda in aria tra 30 m e 0.25 m. In linea generale, la risoluzione verticale teorica minima dell'indagine (i.e. dimensioni minime di un target rilevabile) è, a parità di caratteristiche dei terreni attraversati, proporzionale alla frequenza centrale utilizzata (maggiore risoluzione ad alta frequenza di utilizzo). Al contrario, la profondità di investigazione utile è inversamente proporzionale a tale frequenza (maggiore profondità di esplorazione a bassa frequenza di utilizzo).

Dettagli tecnici: la strumentazione proposta ha frequenze centrate su 300 e 800 MHz e profondità di indagine di 6-8m dal piano campagna.

4.2.3 Tomografia Elettrica (ERT)

Descrizione: la tomografia ha come obiettivo la costruzione di un modello elettrico bidimensionale o tridimensionale del sottosuolo effettuando delle misure di potenziale elettrico in seguito all'immissione di corrente elettrica nel sottosuolo. Il parametro misurato è la resistività elettrica in Ohm·m, UXO di tipo metallico ha una resistività inferiore a 1 Ohm·m e in netto contrasto rispetto al materiale circostante (host) che è costituito da sabbie e ghiaie con un range nominale di 30-225 Ohm·m e per materiali con prevalentemente ghiaiosi si arriva, in condizioni non sature, a circa 1400 Ohm·m. Dal modello geofisico, con opportune tarature e/o in base alle conoscenze geologiche del sottosuolo, si elabora un modello geo-litologico, in particolare è possibile discriminare i depositi ghiaiosi da quelli sabbiosi e la presenza di materiali cementati. La profondità di indagine raggiunta è mediamente pari a 1/6 della lunghezza dello stendimento.

Dettagli tecnici: la strumentazione proposta dispone di 70 elettrodi e sequenza o array principale di acquisizione dipolo-dipolo che offre una migliore copertura e sensibilità laterale; tuttavia qualora la misura dipolo-dipolo risultasse rumorosa verrà anche acquisito il

wenner-schlumberger perché più stabile in condizioni rapporto segnale rumore svantaggioso.

Profondità massima di indagine per entrambi gli arrays 11-12 metri dal piano campagna.

4.3 Esplorazione del terreno

La ricerca degli ordigni bellici dovrà essere effettuata con l'impiego di idonei apparecchi cercamine.

Il terreno da esplorare dovrà essere convenientemente frazionato in modo da avere la massima garanzia di completezza dell'esplorazione.

Le modalità di ricerca dovranno essere conformi alle prescrizioni in materia emanate dalla Amministrazione Militare e dovranno essere concordate con l'Autorità territorialmente competente.

L'attività di ricerca sarà suddivisa nelle seguenti tre fasi:

- esplorazione del piano soggetto a bonifica, nella sua consistenza al momento della esecuzione dei lavori, con cercamine selettivo fino a cm 30 di profondità tipo S.C.R. 625;
- esplorazione del piano soggetto a bonifica con cercamine tipo Forster per la ricerca e localizzazione di masse ferrose fino alla profondità di cm 100;
- esplorazione e localizzazione in profondità eseguita per strati successivi, non superiore a 1 metro, previa bonifica dello strato da sbancare, o mediante esecuzioni di perforazioni verticali con l'impiego di apposito apparecchio di ricerca.

La ricerca con cercamine selettivo fino a 30 cm dovrà essere eseguito solo se specificatamente richiesta dall'Amministrazione Militare; in caso contrario l'esplorazione sarà iniziata con il cercamine tipo Forster.

La ricerca in profondità dovrà essere eseguita quando richiesta dai documenti di progetto e/o dall'Amministrazione Militare.

La ricerca in profondità dovrà essere eseguita in stretto accordo alle modalità prescritte dall'Amministrazione Militare ed in ogni caso potrà avere inizio soltanto dopo che le masse ferrose localizzate con le precedenti fasi siano state rimosse.

Tutte le masse ferrose localizzate dovranno essere riportate su una planimetria indicando le coordinate planimetriche e la profondità rispetto al piano di campagna; tale planimetria sarà utilizzata per la successiva fase di recupero.

Le masse ferrose localizzate nel corso dell'esplorazione dovranno altresì essere identificate in sito mediante idonee ed evidenti segnalazioni.

4.4 Scavo per il recupero degli ordigni bellici

Gli scavi finalizzati al recupero delle masse ferrose individuate con le fasi di ricerca superficiale dovranno essere effettuati esclusivamente a mano con precauzione ed attrezzature adeguate alla particolarità ed ai rischi della operazione.

Gli scavi finalizzati al recupero delle masse ferrose profonde potranno essere effettuati con mezzi meccanici con azionamento oleodinamico fino ad una quota un metro più elevata di quella della massa ferrosa da rimuovere (e comunque per strati non superiori a 70/80 cm per volta), la restante parte dello scavo dovrà essere eseguita a mano. Gli scavi di sbancamento di strati già bonificati, per effettuazione di ricerche a strati successivi, previa approvazione dell'Amministrazione Militare, potranno essere eseguiti con mezzi meccanici.

Tutti gli scavi dovranno essere effettuati sotto la sorveglianza di un assistente tecnico b.c.m. o di un rastrellatore b.c.m..

Ove necessario l'Appaltatore dovrà provvedere a sbadacchiare od armare le pareti degli scavi e dovrà altresì provvedere all'aggottamento e/o regolamentazione delle acque meteoriche o di falda.

Tutte le aree scavate, al termine della bonifica, dovranno essere convenientemente rinterrate, con materiale proveniente dagli scavi o di fornitura dell'Appaltatore, per ripristinare il preesistente stato dei luoghi.

5 Controlli di qualità

L'Appaltatore non è tenuto a redigere il documento; "PIANO DI QUALITA' DI COSTRUZIONE E INSTALLAZIONE – PAVIMENTAZIONI ED OPERE STRADALI ACCESSORIE".

Si evidenzia comunque che a carico dell'Appaltatore medesimo permangono comunque gli obblighi descritti nei capitoli precedenti della presente Sezione di Capitolato Speciale d'Appalto.

Si evidenzia che il collaudo dei lavori di bonifica, verrà eseguito secondo le modalità prescritte dall'Amministrazione Militare.

SEZIONE 2: OPERE STRADALI

SOMMAIRE / INDICE

1	DEFINIZIONI	4
1.1	Normative di riferimento.....	4
2	PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI	5
3	PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI	7
3.1	Piani di appoggio e rilevati.....	7
3.1.1	Formazione dei piani di posa di fondazioni in trincea	7
3.1.2	Rilevati.....	7
3.2	Pavimentazioni Stradali	8
3.2.1	Tipologie e caratteristiche costruttive	8
3.2.2	Segnaletica verticale	9
3.2.3	Garanzie relative ai segnali stradali	10
3.2.4	Segnaletica orizzontale	10
3.2.5	Scarifica e demolizione di pavimentazione o massicciata stradale in conglomerato bituminoso	11
3.2.6	Recupero e riutilizzo del materiale bituminoso proveniente dalle scarifiche....	12
4	MATERIALI	13
4.1	Qualità e provenienza.....	13
4.1.1	Prescrizioni generali - prove	13
4.1.2	Acque, calci, cementi ed agglomerati cementizi, pozzolane, gesso.....	13
4.1.3	Sabbia – ghiaia – pietrisco – inerti per calcestruzzo.....	14
4.1.4	Pietrischi – pietrischetti – graniglia – sabbia- additivi per pavimentazioni.....	14
4.1.5	Ghiaie – ghiaietti per pavimentazioni	14
4.1.6	Materiale ghiaio - terroso	14
4.1.7	Materiali per assatura e massicciate stradali	14
4.1.8	Materiali ferrosi e metalli vari	15
4.1.9	Prodotti di pietre naturali o ricostruite	15
4.2	Pavimentazioni stradali	16
4.2.1	Fondazione stradale in misto granulare	16
4.2.2	Fondazione stradale in misto cementato	18
4.2.3	Conglomerato bituminoso per strato di base.....	21
4.2.4	Conglomerato bituminoso per strato di collegamento (binder)	24
4.2.5	Conglomerato bituminoso per strato di usura tradizionale	25
4.3	Segnaletica verticale	30
4.3.1	Pellicole catarifrangenti a normale intensità luminosa (E.G.)	30
4.3.2	Pellicole catarifrangenti ad alta intensità luminosa (H.I.).....	30
4.3.3	Pellicole catarifrangenti ad altissima intensità luminosa (D.G.).....	30
4.3.4	Caratteristiche comuni delle pellicole catarifrangenti	31
4.3.5	Pannelli integrativi	32
4.3.6	Staffe e ancoraggi	32
4.3.7	Cartelli "Nome strada"	33
4.3.8	Segnali bifacciali in alluminio scatolato	33
4.3.9	Sostegni segnali verticali.....	33

4.3.10	Termo-spruzzato plastico	35
4.4	Barriere stradali di sicurezza metalliche ed in calcestruzzo (new-jersey).....	36
4.4.1	Caratteristiche delle barriere di sicurezza in acciaio	37

1 Definizioni

La lavorazione in oggetto è definita “comune” e facente parte di “intervento complesso”, a norma delle definizioni del DPR 554/1999 articolo 45 comma 4.

1.1 Normative di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo alla normativa vigente.

In particolare, ma non limitatamente, l'Appaltatore dovrà rispettare le prescrizioni e adempiere agli obblighi derivanti dalle seguenti leggi e normative:

- CNR fascicolo 4/1953 “Pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi per costruzioni stradali”
- ASTM D 1883/61T
- CNR-UNI 10009 “Prove sui materiali stradali – Indice di portanza CBR di una terra”
- AASHTO T 180-57
- CNR fascicolo 2411974 “Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali”
- Norme svizzere VSS-SNV 70317
- CNR fascicolo 36/1973 “Stabilizzazione delle terre con calce”
- Circolare Min. LL.PP. 117/7/1987 n. 2337 “Provvedimenti per la sicurezza stradale. Barriere stradali – Specifica per l'impiego delle barriere in acciaio”
- R.D. 16/11/1939 n. 2230 “Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico”
- R.D. 16/11/1939 n. 2231 “Norme per l'accettazione delle calci”
- Decreto 30/4/1992 n. 285 “Nuovo codice della strada”
- DPR 16/12/1992 n. 495 “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada”.
- D.P.R. 21/04/1993 n.246 “Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CE relativa ai prodotti da costruzione”;
- UNI EN 1342:2003 - Cubetti di pietra naturale per pavimentazioni esterne - Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 1343:2003 - Cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne - Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 1423:2004- Materiali per segnaletica orizzontale - Materiali da postspruzzare - Microsfere di vetro, granuli antiderapanti e loro miscele;
- UNI EN 13808:2005- Bitumi e leganti bituminosi - Quadro delle specifiche per le emulsioni cationiche bituminose;
- UNI EN 14188:2004/2009- Filler e materiali per la sigillatura dei giunti;
- UNI EN 13043:2004 EC 1-2006 - Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico;
- UNI EN 13055-2:2005 - Aggregati leggeri - Parte 2: Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati;
- UNI EN 13108-1:2006 - Miscele bituminose - Specifiche del materiale;
- EC 1-2008 UNI EN 13108-1:2006 - Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 1: Conglomerato bituminoso prodotto a caldo;
- UNI EN 12899-5:2008 - Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale
- UNI EN 1463-1:2009 - Materiali per segnaletica orizzontale - Inserti stradali catarifrangenti - Parte 1: Requisiti delle prestazioni iniziali;

- Decreto 16/09/2009 “Applicazione della direttiva n.89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con DPR 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati;
- D.M. 14 gennaio 2008 – Nuove norme tecniche per le costruzioni;
- Circolare 2 febbraio 2009 n.619 – Istruzioni per l’applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008.

2 Prescrizioni ed oneri generali

Durante l’esecuzione dovrà essere predisposta a cura e sotto responsabilità dell’Appaltatore idonea segnaletica stradale di preavviso di lavori in corso ed i ripari della zona stradale in cui viene effettuato l’intervento secondo i disposti del Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285, aggiornato con d.l.vo 10 sett. 1993 n. 360, D.P.R. 19 apr. 1994 n. 575, d.l.vo 4 giugno 1997 n. 143, legge 19 ott. 1998 n. 366, d.m. 22 dic. 1998, D.L 27 giugno 2003, n.151 e successive modificazioni, D.P.R. 16/12/92 n° 492 “Regolamento di Esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada”. D.P.R. 16 settembre 1996 n° 610 e s.mi. riportante altresì gli estremi dell’autorizzazione. Ciascuna Società/Ente in quanto committente dei lavori dovrà attenersi ai dispositivi del D.Ivo 81/08 e le indicazioni imposte dal proprio responsabile della sicurezza. I segnali ed i ripari, che dovranno essere visibili a conveniente distanza, dovranno essere mantenuti fino all’ultimazione del ripristino. A norma delle vigenti regolamentazioni in merito, tutti i segnali ed i ripari dovranno riportare ben visibile il nome dell’Appaltatore esecutrice dei lavori: all’inizio del cantiere dovrà altresì essere apposto un cartello portante l’indicazione: “LAVORI ESEGUITI PER CONTO DI”, accompagnata dalla denominazione dell’Ente, Azienda, Società per conto della quale sono eseguiti i lavori.

Dovranno altresì essere collocati tutti gli eventuali segnali di preavviso e di dedicazione con l’indicazione dei percorsi alternativi.

I lavori relativi ad ogni singolo intervento, ripristino definitivo compreso, dovranno essere ultimati entro il tempo indicato nella bolla di manomissione. Qualora i lavori non fossero ultimati o non eseguiti entro detto periodo verranno applicate le sanzioni previste.

Le manomissioni dovranno essere eseguite a tratti di lunghezza concordata con i tecnici competenti, di norma ogni bolla non potrà superare 500 mq o lunghezza di 300 m. In casi particolari la lunghezza non sarà superiore ad un isolato.

Se i sedimi di un tratto di strada sono interessati da manomissioni da parte di più committenti, questi dovranno eseguire gli interventi coordinati al fine di realizzare un solo ripristino.

Per quanto riguarda i materiali per le pavimentazioni stradali, sarà cura dell’Appaltatore eseguire tutte le prove ed i controlli di qualità previsti dalle Specifiche di Controllo Qualità così come quelli che, in base a motivate esigenze tecniche, la Direzione Lavori ritenesse necessari per assicurare la rispondenza del lavoro eseguito agli standards qualitativi prefissati.

Sarà cura dell’Appaltatore provvedere alla fornitura ed al trasporto dei materiali provenienti da cave esterne, in aggiunta a quelli provenienti dagli scavi. La ricerca ed il reperimento delle cave dovranno essere basati su una accurata valutazione temporale e quantitativa dei materiali necessari.

La provenienza ed il tipo di materiali da utilizzare devono essere preventivamente comunicati alla Direzione Lavori.

Sarà cura dell'Appaltatore provvedere all'aerazione ed alla fornitura dell'acqua necessaria per ottenere l'umidificazione ottimale, ai fini della compattazione, degli strati di fondazione delle pavimentazioni stradali.

Sarà cura dell'Appaltatore acquisire la preventiva qualifica, da trasmettere alla Direzione Lavori, relativamente agli impianti di preparazione dei conglomerati bituminosi che intende utilizzare.

Sarà cura dell'Appaltatore provvedere alla segnaletica prevista dal Codice della Strada e relativo regolamento;

La segnaletica rimossa e ritenuta non riutilizzabile o perché giudicata ammalorata o perché in contrasto con le vigenti norme del Codice della Strada, verrà consegnata al magazzino del Reparto Segnaletica della Provincia. La segnaletica rimossa e ritenuta idonea al reimpiego dovrà essere presa in consegna dall'Appaltatore per il suo riutilizzo. Essa dovrà essere adeguatamente immagazzinata e conservata a cura dell'Appaltatore. Durante i lavori e prima di procedere al ripristino della segnaletica definitiva si definirà lo stato di conservazione della segnaletica a suo tempo ritenuta idonea al reimpiego, nonché il permanere della sua conformità alle vigenti norme del Codice della Strada, per verificarne la riutilizzabilità. La segnaletica giudicata non riutilizzabile sarà riconsegnata al magazzino del reparto segnaletica del Comune, quella ritenuta riutilizzabile verrà posata in opera secondo le necessità. In questi casi verrà compensata la sola posa in opera a prezzi di contratto. Al termine dei lavori, l'Appaltatore ripristinerà tutta la segnaletica orizzontale e verticale, secondo il progetto di viabilità finale da sottoporre all'approvazione del Committente. Sino alla riconsegna delle aree interessate dai lavori, la manutenzione di tutta la segnaletica di cui sopra sarà onere dell'Appaltatore, con esonero del Committente da ogni responsabilità a riguardo. L'ordinaria manutenzione rientra negli oneri a carico dell'Appaltatore. Resta inteso che se un cartello dovesse essere demolito accidentalmente per cause non imputabili all'Appaltatore la sostituzione verrà remunerata con l'applicazione dei prezzi di contratto.

Sarà cura dell'Appaltatore provvedere alle opere perché possa continuare a svolgersi, anche entro il cantiere, la circolazione stradale secondo le disposizioni della Direzione Lavori con traffico pedonale e veicolare, pubblico e privato, compreso il transito per i cantieri limitrofi, compresa tutta la segnaletica stradale prevista dall'art. 21 del Codice della Strada, nonché le opere per mantenere gli accessi veicolari e/o pedonali alle proprietà limitrofe alle zone dei lavori;

Sarà cura dell'Appaltatore provvedere agli oneri relativi alla presenza di canalizzazioni pubbliche nel luogo del lavoro e alla presenza della mano d'opera degli Enti proprietari impiegata per i necessari lavori di spostamento e/o sistemazione delle canalizzazioni stesse.

Sarà cura dell'Appaltatore provvedere a tutti gli adempimenti (autorizzazioni, deviazioni temporanee, ripristini, imbocchi in fogne e collettori esistenti, etc.) previsti dalle leggi e normative vigenti relativamente alla effettuazione dei lavori ed all'esercizio della viabilità ordinaria.

3 Prescrizioni tecniche particolari

3.1 Piani di appoggio e rilevati

3.1.1 Formazione dei piani di posa di fondazioni in trincea

Nei tratti in trincea, dopo aver effettuato lo scavo del cassonetto si dovrà provvedere alla preparazione del piano di posa della sovrastruttura stradale, che verrà eseguita, a seconda della natura del terreno, in base alle seguenti lavorazioni:

- quando il terreno appartiene ai gruppi A₁, A₂, A₃ (CNR-UNI 10006) si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 95% della densità massima Proctor modificata determinata in laboratorio, per uno spessore di 30cm al di sotto del piano di cassonetto;
- quando il terreno appartiene ai gruppi A₄, A₅, A₆, A₇, A₈ (CNR-UNI 10006) la D.L. potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una profondità al di sotto del piano di cassonetto, che verrà stabilita secondo i casi, mediante apposito ordine di servizio dalla D.L. Per la preparazione del piano di posa si dovrà poi raggiungere una densità secca pari ad almeno il 95% di quella di riferimento su uno spessore di 30cm al di sotto del piano di cassonetto.

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà controllato dalla D.L. mediante la misurazione del modulo di compressibilità ME il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0.15 e 0.25N/mm², non dovrà essere inferiore a 50N/mm².

3.1.2 Rilevati

I rilevati compattati saranno costituiti da terreni adatti, esclusi quelli vegetali, da mettersi in opera a strati non eccedenti i 25-30 cm costipati meccanicamente mediante idonei attrezzi (rulli a punte, od a griglia – nonché quelli pneumatici zavorrati secondo la natura del terreno ed eventualmente lo stadio di compattazione – o con piastre vibranti) regolando il numero dei passaggi e l'aggiunta dell'acqua (innaffiamento) in modo da ottenere ancor qui una densità pari al 90% di quella Proctor. Ogni strato sarà costipato nel modo richiesto prima di procedere a ricoprirlo con altro strato, ed avrà superiormente la sagoma della monta richiesta per l'opera finita, così da evitarsi ristagni di acqua e danneggiamenti. I materiali da impiegare potranno essere prelevati in apposite cave di prestito e dovranno appartenere alle classi A₁, A₂ o A₃ (CNR UNI 10006) opportunamente miscelati per il raggiungimento di un adeguato fuso granulometrico. Per le curve granulometriche tipiche dei rilevati stradali e del sottofondo ci si può riferire alla norma CNR 4/1953.

Qualora nel materiale che costituisce il rilevato siano incluse pietre, queste dovranno risultare ben distribuite nell'insieme dello strato, comunque nello strato superiore sul quale appoggia l'impianto della sovrastruttura tali pietre non dovranno avere dimensioni superiori a cm 10.

Il terreno di impianto dei rilevati compattati che siano di altezza minore di m 0,50, qualora sia di natura sciolta, o troppo umida, dovrà ancor esso essere compattato, previa scarificazione, al 90% della densità massima, con la relativa umidità ottima. Se detto terreno di impianto del rilevato ha scarsa portanza lo si consoliderà preliminarmente per l'altezza giudicata necessaria, eventualmente sostituendo il terreno in posto con materiali sabbiosi o ghiaiosi.

Sarà 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 prescritte.

Fa parte della formazione del rilevato oltre la profilatura delle scarpate e delle banchine e dei cigli, e la costruzione degli arginelli se previsti, il ricavare nella piattaforma, all'atto della costruzione e nel corso della sistemazione, il cassonetto di dimensione idonea a ricevere l'ossatura di sottofondo e la massicciata.

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque ne sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro il rilevato già eseguito dovrà essere spurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca Proctor modificata non inferiore al 90% negli strati inferiori ed al 95% in quello superiore (ultimi 30cm).

Inoltre per tale ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di compressibilità ME definito dalle Norme Svizzere (VSS-SNV670317), il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0.15 e 0.25N/mm², non dovrà essere inferiore a 50N/mm².

3.2 Pavimentazioni Stradali

3.2.1 Tipologie e caratteristiche costruttive

Gli strati delle pavimentazioni stradali dovranno avere le seguenti caratteristiche (valide per tutte le categorie):

- a) strato di fondazione stradale: miscela inerte granulometricamente corretta di sabbia, ghiaia, pietrisco o di altro materiale di frantumazione, stabilizzato all'acqua, adeguatamente costipato con idonee macchine di spessore complessivo compattato pari a 30 cm;
- b) strato di fondazione stradale: miscela di pozzolana (o similare) e calce idrata posta in opera con le modalità e le prescrizioni appresso indicate, adeguatamente costipato con idonee macchine di spessore complessivo compattato pari a 25 cm
- c) strato di base: conglomerato bituminoso, di ghiaia mista o frantumato misto di cava, confezionato a caldo con idonei impianti, con le modalità e le prescrizioni appresso indicate, con bitume di prescritta penetrazione, posto in opera con macchine finitrici, cilindrato con idonei rulli metallici e gommati da 5 a 14 tonnellate, e spalmato di un velo continuo di legante per ancoraggio alla fondazione, di spessore complessivo compattato pari a 14 cm
- d) tappeto di usura: conglomerato bituminoso drenante e fonoassorbente, ottenuto con graniglia e pietrischetto della categoria I delle norme CNR, dosaggio e limiti come da prescrizione appresso indicata, steso in opera con finitrici e cilindrato con idonei rulli metallici e gommati da 5 a 14 tonnellate, di spessore complessivo compattato pari a 4 cm

3.2.2 Segnaletica verticale

Il supporto dei cartelli stradali dovrà essere in lamiera di alluminio piana. Solo eccezionalmente potranno essere accettate lamiere scatolate e/o particolari piegature di rinforzo.

La lamiera, di alluminio primario incrudito ALP 99,5-I70, avrà uno spessore in grezzo di 30/10 (eccezionalmente potrà essere richiesta a spessore 15/10 o 25/10). Ad ultimazione delle lavorazioni meccaniche, dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura meccanica, sgrassata a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione o ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

I cartelli dovranno essere ricavati da lamiere perfettamente piane e non da lamiere provenienti da rotoli o peggio code di rotoli, al fine di evitare che il segnale stradale presenti curvature o deformazioni che non saranno tollerate dalla Direzione Lavori

Il materiale grezzo, dopo aver subito i suddetti processi di preparazione ed un trattamento antiossidante con applicazione di vernici tipo Wash-primer, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, i migliori sul mercato. La cottura a forno dovrà raggiungere una temperatura di 140° C.

Il retro dei cartelli verrà ulteriormente finito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico opaco. Inoltre, sempre sul retro di ogni segnale, dovrà essere indicato, in apposito riquadro serigrafato, il nome della ditta costruttrice corredato dagli estremi dell'Autorizzazione Ministeriale, nonché quello della ditta posatrice (se soggetto diverso dal costruttore), l'anno di fabbricazione del cartello, il numero dell'Ordinanza relativa all'attuazione del provvedimento e il logo dell'Amministrazione Comunale. La composizione di detto riquadro dovrà essere concordata con la Direzione Lavori. Il complesso di tali iscrizioni non dovrà occupare ma superficie maggiore di cmq 200, secondo quanto disposto dall'art. 77 del Regolamento di Esecuzione del Nuovo C. d. S. Inoltre tutti i cartelli normalizzati, dovranno avere la posizione dei fori perfettamente combacianti tra loro, come da nostri campioni, per consentire l'intercambiabilità dei segnali. Tutti i segnali dovranno essere conformi a quanto prescritto dal Nuovo C.d.S. e dal suo Regolamento di Esecuzione, nonché delle modifiche introdotte con il d.l. 27 giugno 2003, n. 151, convertito, con modificazioni, dalla l. 1° agosto 2003, n. 214.

La facciata anteriore del cartello stradale, preparato e verniciato sul retro come descritto in precedenza, dovrà essere eseguita, a scelta dalla Direzione Lavori in:

- a) pellicola di classe 1 - catarifrangente a normale intensità luminosa (E.G.);
- b) pellicola di classe 2 - catarifrangente ad alta intensità luminosa (H.I.);
- c) pellicola di classe 2 speciale - catarifrangente ad altissima intensità luminosa (D.G.).

La pellicola catarifrangente detta ai punti a) b) c) da applicare sulla faccia a vista dei supporti metallici, preparati e verniciati come descritto in precedenza, dovrà avere le caratteristiche sotto descritte. Su tutti i cartelli stradali la pellicola catarifrangente dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, e cioè "a pezzo unico", intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli.

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dai fabbricanti delle pellicole catarifrangenti e dovrà mantenere inalterate le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola catarifrangente.

I colori da utilizzarsi per la realizzazione dei segnali stradali sono quelli indicati all'art. 78 del Regolamento di Esecuzione Nuovo C.d.S. (D.P.R 495/92).

Potranno essere accettati simboli con pellicola plastica opaca di colore nero, purché questa offra la stessa garanzia di durata della pellicola catarifrangente sulla quale viene applicata.

I segnali di forma triangolare, circolare, quadrata e rettangolare ed i relativi pannelli integrativi, dovranno essere conformi alle dimensioni indicate dall'art. 80 e riportate nelle Tabelle comprese nel Titolo II degli allegati al D.P.R. del 16/12/1992 n. 495 pubblicato sul Supplemento Ordinario alla G.U. n. 303 del 28/12/92 Serie Generale.

I cartelli eseguiti con pellicola dovranno essere interamente rifrangenti, sia per quanto concerne il fondo del cartello sia per i bordi, i simboli e le iscrizioni, in modo che tutti i segnali appaiano di notte secondo lo schema di colori con il quale appaiono di giorno, in ottemperanza all'art. 79 del Regolamento di Esecuzione del Nuovo Codice della Strada (D.P.R. 16/12/1992 n. 495).

Le pellicole catarifrangenti termoadesive dovranno essere applicate sui supporti metallici, mediante le apparecchiature previste dall'art. 194 comma 1, D.P.R. 16/12/95 n.495 e come modificato dal D.P.R. 16/09/96 n.610.

Infine tutto il segnale dovrà essere protetto da apposita protezione rimovibile che garantisca l'inalterabilità della stampa fino al momento della posa in opera.

3.2.3 Garanzie relative ai segnali stradali

La Ditta aggiudicataria dovrà garantire la perfetta conservazione della segnaletica verticale, sia con riferimento alla sua costruzione, sia in relazione ai materiali utilizzati, per tutto il periodo di vita utile, sui livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti, approvato con D.M. del Ministero dei LL.PP. del 31/03/1995 e quanto di seguito prescritto:

1. Segnali in alluminio con pellicola retroriflettente:

a) a normale efficienza - Classe 1

Mantenimento dei valori fotometrici entro il 50% dei valori minimi prescritti dopo un periodo di 7 anni in condizioni di normale esposizione all'esterno

b) ad elevata efficienza - Classe 2 e Classe 2 speciale

Mantenimento dei valori fotometrici entro l'80% dei valori minimi prescritti dopo un periodo di 10 anni in condizioni di normale esposizione verticale all'esterno.

2. Le coordinate colorimetriche dovranno essere comprese nelle zone specificate di ciascun colore per tutto il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente sia esso colorato di fabbricazione oppure stampato in superficie.

3. Entro il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente non si dovranno avere sulla faccia del segnale: rotture, distacchi od altri inconvenienti della pellicola che possano pregiudicare la funzione del segnale stesso.

4. Le saldature ed ogni altro mezzo di giunzione fra il segnale ed i suoi elementi strutturali, attacchi e sostegni dovranno mantenersi integri ed immuni da corrosione per tutto il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente.

Sarà pertanto effettuata a totale cura e spesa della Ditta aggiudicataria, la sostituzione ed il ripristino integrale di tutte le forniture che abbiano a deteriorarsi, alterarsi o deformarsi per difetto dei materiali, di lavorazione e di costruzione, entro un periodo di 7 anni dalla data di consegna del materiale per i segnali in pellicola a normale efficienza Classe 1 e di 10 anni per i segnali in pellicola ad elevata efficienza Classe 2 e Classe 2 speciale.

3.2.4 Segnaletica orizzontale

I lavori consistono nell'esecuzione di prima stesa o ripasso e successiva manutenzione della segnaletica orizzontale, tracciata in conformità alle disposizioni del Nuovo Codice della

Strada, di D.Lgs. 30 aprile 1992 n. 285 e d.l. 27 giugno 2003, n. 151, convertito, con modificazioni, dalla l. 1° agosto 2003, n. 214 e relativo Regolamento di Esecuzione, D.P.R 16 dicembre 1992 n. 495 ed eventuali circolari successive emanate al riguardo, in maniera comunque compatibile alla segnaletica verticale ove già esistente, e secondo le Corti impartite dalla Direzione Lavori.

Il tracciamento della segnaletica orizzontale, sia “lineare” sia “quadra”, è compreso nel compenso stabilito.

È altresì compresa nel prezzo unitario la manutenzione della segnaletica per il periodo stabilito nei commi e punti successivi, a seconda del tipo di materiale impiegato, intendendosi per manutenzione tutti quegli interventi necessari a mantenere efficiente e ben visibile la segnaletica stessa per tutta la durata prevista.

Il rifacimento della segnaletica, reso necessario dalla manomissione o rifacimento delle pavimentazioni o dall'esecuzione di nuove sistemazioni viabili, non rientra tra gli interventi manutentivi, ma verrà contabilizzato come lavoro supplementare di stesa, soggetto poi alla normale manutenzione fino al termine del contratto.

Si richiama l'attenzione della Ditta aggiudicataria sulla necessità di curare particolarmente i tratti di segnaletica interessanti pavimentazioni lapidee, sulle quali la stesa e l'aderenza sono più difficoltosi per la natura stessa delle pavimentazioni.

Gli interventi manutentivi dovranno essere eseguiti a seguito delle segnalazioni verbali o scritte della Direzione Lavori ed anche su iniziativa della Ditta aggiudicataria che dovrà quindi periodicamente eseguire i necessari controlli ed accertamenti.

La Direzione Lavori ha facoltà di fare eseguire, per tutta la durata dell'appalto, con carattere di priorità ed urgenza, specifica segnaletica. Il tempo utile di esecuzione di tali interventi urgenti potrà essere fissato di volta in volta dalla Direzione Lavori a seconda dell'entità dei lavori stessi a mezzo Ordini di Lavoro.

Anche per tali opere è fatto obbligo alla Ditta di curarne la manutenzione come precisato al punto precedente.

La ditta dovrà pertanto garantire nei periodi suddetti un congruo numero di operai e mezzi d'opera ed una presenza costante e continua.

Per eventuali lavori non è fatto obbligo all'Appaltatore di attrezzare il compressore delle macchine spruzzatrici di particolari sollevatori, onde eliminare i rumori molesti oltre a richiedere l'autorizzazione prevista alle autorità competenti. E' fatto altresì obbligo di collocare in prossimità di ogni cantiere, dispositivi luminosi non inquinanti (lanterne lampeggianti o simili) onde evidenziare la zona di lavoro secondo le vigenti normative.

Nessun maggior compenso potrà essere richiesto dalla ditta aggiudicataria, per quanto sopra disposto.

3.2.5 Scarifica e demolizione di pavimentazione o massciata stradale in conglomerato bituminoso

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o per parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva; il materiale fresato dovrà risultare idoneo, ad esclusivo giudizio della stessa Direzione Lavori, per il reimpiego nella confezione di conglomerati bituminosi.

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.

Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm.

Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgretolature.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivo aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.

Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore.

Solamente quando previsto in progetto e in casi eccezionali, si potrà eseguire la demolizione della massicciata stradale, con o senza conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con macchina escavatrice od analoga e nel caso in cui il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, per il taglio perimetrale si dovrà fare uso della sega clipper.

3.2.6 Recupero e riutilizzo del materiale bituminoso proveniente dalle scarifiche

Le norme che individuano i **rifiuti non pericolosi** e che fissano, per ciascuno di essi, le condizioni per poterli recuperare con procedure semplificate sono individuate negli articoli 214 e seguenti del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. e nel D.M. 05/2/98, come modificato dal D.M. 186/06.

La norma tecnica di riferimento per il **recupero** del fresato d'asfalto è data dal punto 7.6 del DM 5/2/98 (individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n.22) e successive modifiche.

Per tali materiali sono previste le procedure di seguito indicate:

7.6 Tipologia: conglomerato bituminoso, frammenti di piattelli per il tiro al volo [170302] [200301].

7.6.1 Provenienza: attività di scarifica del manto stradale mediante fresatura a freddo; campi di tiro al volo.

7.6.2 Caratteristiche del rifiuto: rifiuto solido costituito da bitume ed inerti.

7.6.3 Attività di recupero:

a) produzione conglomerato bituminoso "vergine" a caldo [R5];

b) realizzazione di rilevati e sottofondi stradali (il recupero è subordinato all'esecuzione del test di cessione sul rifiuto tal quale secondo il metodo in allegato 3 al presente decreto) [R5];

c) produzione di materiale per costruzioni stradali e piazzali industriali mediante selezione preventiva (macinazione, vagliatura, separazione delle frazioni indesiderate, eventuale miscelazione con materiale inerte vergine) con eluato conforme al test di cessione secondo il metodo in Allegato 3 al presente decreto [R5].

7.6.4 Caratteristiche delle materie prime e/o dei prodotti ottenuti:

- a) conglomerato bituminoso nelle forme usualmente commercializzate;
- b) materiali per costruzioni nelle forme usualmente commercializzate.

4 Materiali

4.1 Qualità e provenienza

4.1.1 Prescrizioni generali - prove

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della D.L., rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate. Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere dovranno prima della posa in opera, essere riconosciuti idonei ed accettati dalla direzione dei lavori. Per meglio precisare la natura di tutte le provviste di materiali occorrenti all'esecuzione delle opere, l'Impresa dovrà presentare almeno tre proposte di materiali alla scelta ed all'approvazione della Direzione dei Lavori, la quale giudicherà sulla loro forma, qualità e lavorazione e determinerà in conseguenza il modello su cui dovrà esattamente uniformarsi l'intero lavoro.

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni del Capitolato Generale d'Appalto dei Lavori Pubblici approvato con Decreto del Ministero dei LL.PP. in data 19/04/2000 n. 145.

1. L'impresa ha l'obbligo di prestarsi, tutte le volte che la direzione lavori lo riterrà necessario, alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi e delle varie categorie di impasti cementizi. Dei campioni può essere ordinata la conservazione nei magazzini e depositi dell'Ente appaltante, munendoli di sigilli e firme della direzione lavori e dell'impresa nei modi più atti a garantire l'autenticità. L'impresa è obbligata a rimuovere dai cantieri i materiali non accettati dalla direzione lavori ed a demolire le opere costruite con i materiali non riconosciuti di buona qualità. In particolare i materiali e le apparecchiature elettriche dovranno essere conformi a quanto prescritto dalle norme CEI.

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.

4.1.2 Acque, calci, cementi ed agglomerati cementizi, pozzolane, gesso

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle "Norme tecniche per le costruzioni" NTC2008, I leganti idraulici si distinguono in:

- 1) Cementi (di cui all'art. 1 lettera A) - B) - C) della legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:
 - D.M. 3.6.1968 che approva le <<Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi>> (G.U. n. 180 del 17.7.1968)
 - D.M. 20.11.1984 <<Modificazione al D.M. 3.6.1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi>> (G.U. n. 353 del 27.12.1984).
 - Avviso di rettifica al D.M. 20.11.1984 (G.U. n. 26 del 31.1.1985).

- D.I. 9.3.1988 n. 126 <<Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi>>.

2) Agglomerati cementizi e calci idrauliche (di cui all'art. 1 lettera D) e E) della Legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

-D.M. 31.8.1972 che approva le <<Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche>> (G.U. n. 287 del 6.11.1972)

4.1.3 Sabbia – ghiaia – pietrisco – inerti per calcestruzzo

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalle “Norme tecniche per le costruzioni” NTC20008, alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica. Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

La sabbia dovrà essere scevra da sostanze organiche, terrose, argillose e polverulente e dovrà presentare granulometria bene assortita con diametro massimo di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per intonaci e murature di paramento o pietra da taglio, priva di elementi aghiformi e lamellari.

La ghiaia ed il pietrisco devono provenire da rocce compatte e resistenti, non gelive.

Essi devono essere privi di elementi allungati e lamellari ed essere scevri del tutto da sostanze estranee e da parti polverulente e terrose.

Gli inerti per calcestruzzi dovranno anche rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme vigenti ed essere stati lavati in impianti meccanici.

L'accettazione di miscugli naturali non vagliati è riservata alla direzione lavori purché la granulometria del miscuglio stesso abbia caratteristiche soddisfacenti alle condizioni di massima compattezza del calcestruzzo con la minore possibile quantità di frazioni sottili.

4.1.4 Pietrischi – pietrischetti – graniglia – sabbia- 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 essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

4.1.5 Ghiaie – ghiaietti per pavimentazioni

Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella <<Tabella U.N.I. 2710 - Ed. giugno 1945>> ed eventuali e successive modifiche.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti da materie eterogenee non presentare perdite di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.

4.1.6 Materiale ghiaio - terroso

Sarà costituito da una composizione mista terro – ghiaiosa, anche con grossolane inclusioni pietrose, da impiegare come substrato di riporto per zone da completare con riporto di terreno vegetale e da sistemare a prato.

4.1.7 Materiali per assatura e massicciate stradali

Dovranno essere scelti fra quelli più duri, compatti, tenaci e resistenti di fiume o di cava, con resistenza a compressione non inferiore a 1.500 kg/cm² e resistenza all'usura non inferiore ai 2/3 del granito di S. Fedelino; dovranno essere assolutamente privi di polvere, materie terrose o fangose e di qualsiasi altra impurità.

4.1.8 Materiali ferrosi e metalli vari

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto. Essi dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni contenute nel D.M. 01.04.1983 pubblicato sul supplemento originario alla Gazzetta Ufficiale n. 224 del 17/08/1983, e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

1°) *Ferro.* - Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte, e senza altre soluzioni di continuità.

2°) *Acciaio trafilato o laminato.* - Tale acciaio, nella varietà dolce (cosiddetto ferro omogeneo), semiduro e duro, dovrà essere privo di difetti, di screpolature, di bruciature e di altre soluzioni di continuità. In particolare, per la prima varietà sono richieste perfette malleabilità e lavorabilità a freddo e a caldo, senza che ne derivino screpolature o alterazioni; esso dovrà essere altresì saldabile e non suscettibile di prendere la tempera; alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente graduale.

3°) *Acciaio fuso in getti.* - L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature o da qualsiasi altro difetto.

4°) *Acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica* - Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche 2008;

5°) *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 2/10 di mm;

6°) *Ghisa.* - La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello, di frattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata.

7°) *Metalli vari.* - Il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

4.1.9 Prodotti di pietre naturali o ricostruite

1°) *Pietre naturali* - Le pietre da impiegare nelle murature e nei drenaggi, gabbionate, ecc., dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate.

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 in modo da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

2°) *Pietre da taglio* - Proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione dei Lavori. Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene od altri difetti, senza immasticature o tasselli. Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel Regio Decreto n.2232 del 16 novembre 1939, <<Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione>>. Le forme, le dimensioni, il tipo di lavorazione dei pezzi, verranno di volta in volta indicati dalle Direzione dei Lavori.

4.2 Pavimentazioni stradali

I materiali da impiegare dovranno avere le seguenti caratteristiche:

4.2.1 Fondazione stradale in misto granulare

a) Descrizione

La fondazione in oggetto è costituita da materiali stabilizzati con concorso di legante naturale; per questo si intende il terreno passante al setaccio ASTM, n. 40 con maglie di apertura di 0,42 mm.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà quello riportato nelle tavole di progetto e sarà steso in strati di spessore non superiore a 20 cm. e non inferiore a 10 cm. Potrà trattarsi di materiale naturale corretto con impianto di miscelazione idoneo a conferire al materiale i requisiti di accettazione che seguono.

b) Caratteristiche dei materiali da impiegare

Il materiale steso, dopo eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche di accettazione che seguono:

1° strato:

- 1) dimensione massima dell'aggregato non superiore a 51 mm.;
- 2) la granulometria presenterà una curva a decorso continuo e vicino alla curva ideale (parabola di secondo grado) e compresa tra i seguenti limiti:

FUSO A

Apertura setacci mm	Percentuali in peso di passante
51	100
30	70-100
15	45-78
10	35-70
5	25-55
2	15-40
0,42	8-25
0,075	2-10

3) rapporto fra il passante al setaccio da 0,075 mm. di apertura e il passante al setaccio da 0,42 mm. inferiore a 1/2;

4) coefficiente di frantumazione, dell'aggregato grosso eseguito secondo Norme dei C.N.R. per pietrischi, pietrischetti, sabbie, ecc., fascicolo 411953, non superiore a 160;

5) limite liquido non superiore a 25;

6) indice di plasticità non.determinabile ovvero equivalente in sabbia (E.S.) compreso tra 40 e 70;

7) indice di portanza C.B.R. dopo 4 giorni di imbibizione in acqua eseguito sul materiale passante al crivello da 25 mm., non minore dei 60%. Sarà inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo della umidità di costipamento non inferiore al 4%;

2° strato:

1) dimensione massima dell'aggregato non superiore a 51 mm.;

2) l'aggregato grosso, trattenuto ai 2 mm., dovrà essere costituito esclusivamente da materiale di frantumazione;

3) la granulometria presenterà una curva a decorso continuo e vicino alla curva ideale (parabola di 21 grado) e compresa tra i seguenti limiti:

FUSO B

Apertura setacci mm	Percentuali in peso di passante
51	100
30	0-100
15	48-85
10	40-68
5	28-49
2	18-31
0,42	8-14
0,075	2-6

4) il rapporto fra il passante al setaccio da 0,075 mm. di apertura e il passante al setaccio da 0,42 mm., inferiore a 1/2;

5) coefficiente di frantumazione dell'aggregato grosso eseguito secondo le norme dei C.N.R. per pietrischi, pietrischetti, sabbie, ecc., fascicolo n. 4 dei 1953,-non superiore a 160;

6) limite liquido, non determinabile;

7) indice plastico, non determinabile;

8) indice C.B.R., dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, eseguito sul materiale passante al crivello da 25 mm., non minore dell'80%; tale condizione dovrà verificarsi per un intervallo della umidità di compattamento non inferiore al 5%.

I suddetti fusi granulometrici potranno essere modificati dalla Direzione Lavori.

c) Studi preliminari, controlli in corso d'opera dei requisiti di accettazione

Le anzidette caratteristiche di accettazione dovranno essere accertate dalla Direzione dei Lavori nel laboratorio di cantiere o nel laboratorio autostradale della Società, su campioni che l'impresa dovrà presentare con congruo anticipo sull'inizio dei lavori.

Contemporaneamente l'impresa dovrà indicare per iscritto le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata, onde ottenere il preventivo benestare.

Per quanto riguarda le fonti di approvvigionamento, la Direzione dei Lavori dovrà accertare che queste siano tali da garantire una omogeneità delle qualità di fornitura del materiale.

I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli della Direzione dei Lavori in corso d'opera prelevando il materiale in sito già miscelato prima o dopo effettuato il costipamento.

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo.

d) Modalità esecutive

Il misto granulare stabilizzato deve essere miscelato in cava o nei piazzali di approvvigionamento dell'Impresa e non sui luoghi di impiego.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm. e non inferiore a 10 cm. e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non avere apprezzabile segregazione.

Tale grado di segregazione verrà giudicato prelevando campioni di materiali in posizioni vicine, i quali non dovranno presentare fra loro differenze di contenuto in trattenuto al setaccio da 2 mm. di apertura, superiore al 5% in peso.

Il materiale prima dei costipamento dovrà essere accuratamente umidificato in modo che il contenuto di umidità non differisca dall'umidità ottima di $\pm 2\%$.

L'umidificazione potrà essere eseguita in sito o direttamente sui mucchi; è peraltro tassativamente prescritto che dopo l'umidificazione segua un'accurata miscelazione in sito.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito con idonei mezzi costipanti approvati dalla Direzione dei Lavori, in modo da raggiungere una densità in sito del 100% della densità secca massima AASHO mod. e contemporaneamente un valore del modulo Me, determinato con piastra da \varnothing 30 cm., non inferiore a 1000 Kg/cmq. per il 1° e 1200 Kg/cmq. per il 2° strato. Le operazioni suddette saranno sospese, a giudizio della Direzione dei Lavori, quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da non garantire la buona riuscita dello strato stabilizzato; si eviterà di lasciare il materiale steso soffice perché le piogge o la neve non lo inzuppino. Verificandosi comunque eccesso di umidità o danni dovuti al gelo, lo strato compresso dovrà essere rimosso e sostituito a cura e spese dell'Impresa.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di regolo di 3 m. di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La superficie verrà anche controllata con livellazioni e non verranno ammesse differenze, in più od in meno, maggiori di 1 cm.

Resta convenuto e stabilito l'obbligo dell'Impresa di provvedere, a sue cure e spese, all'eliminazione delle irregolarità maggiori di quelle consentite.

Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Nel caso che cedimenti del piano di posa richiedessero maggiorazioni di spessore per raggiungere le sagome di progetto, tali maggiorazioni non verranno contabilizzate.

Se dalle analisi e dalle prove risultasse che l'impresa non ha costruito lo strato stabilizzato con le caratteristiche richieste, la Direzione dei Lavori applicherà una riduzione non inferiore al 5% del prezzo unitario, o parte di esso, ammesso che la Direzione dei Lavori ritenga accettabile il lavoro e non ordini la rimozione ed il rifacimento.

4.2.2 *Fondazione stradale in misto cementato*

a) Descrizione

Lo stabilizzato al cemento per fondazione stradale sarà costituito da cemento e misto granulare di sabbia e ghiaia (frantumata o non) confezionato in apposito impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendere in unico strato di 15 o 20 cm. con vibrofinitrice.

b) Caratteristiche dei materiali

Inerti - Saranno impiegati ghiaie (o frantumati) e sabbie aventi i seguenti requisiti:

- 1) aggregato di dimensioni non superiori a 40 mm., nè di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) percentuale frantumato maggiore dei 40%;
- 3) granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme il più possibile aderente alla curva limite inferiore:

<i>Serie Vagli e setacci UNI</i>	<i>Passante % totale in peso</i>
Vaglio 40 mm	100
Vaglio 30 mm.	80 – 100
Vaglio 25 mm	72 – 90
Vaglio 15 mm.	53 – 70
Vaglio 10 mm.	40 – 55
Vaglio 5 mm.	28 – 40

Setaccio 2 mm.	18 – 30
Setaccio 0,42 mm.	8 – 18
Setaccio 0,18 mm.	6 – 14
Setaccio 0,075 mm.	5 - 10

4) coefficiente di frantumazione dell'aggregato (secondo CNR, fasc. 4 dei 1953) non superiore a 160;

5) equivalente in sabbia compreso fra 30 e 60. La Direzione dei Lavori potrà tuttavia ammettere l'impiego di materiali aventi equivalenti in sabbia maggiore di 60, disponendo l'aggiunta di elementi corrispondenti alla sabbia fine, sempre però in modo che la percentuale di cemento non sia tale da provocare fessurazioni per ritiro.

L'Impresa dopo aver eseguito prove di laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri.

Verrà ammessa una tolleranza di ± 5 punti % fino al passante al vaglio 5 mm. e di ± 2 punti % per il passante al setaccio 2 mm. e inferiori.

L'indice di plasticità non dovrà essere determinabile.

Legante - Verrà impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico d'alto forno) di classe 325.

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5 ed il 3,5% in peso sul peso degli inerti asciutti.

Acqua - Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

Miscela - prove di laboratorio ed in sito

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate:

Resistenza - Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (CNR - UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm.; diametro 15,24 cm.; volume 3242 cmc.); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm. rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto a rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm. 17,78.

La miscela verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque, prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm. (o setaccio ASTM 314") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alle norme AASHTO T 180 e 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm. 50,8, peso pestello Kg. 4,54, altezza di caduta cm. 45,7). I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm.) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a sette giorni non minori di 2,5 N/mm². e non superiori a 4,5 N/mm². e resistenze a trazione, secondo la prova brasiliana, non inferiori a 2,5 Kg/cm². (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di tre provini se ciascuno dei singoli valori non si discosta dalla media stessa dei $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

c) Preparazione e posa

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso od a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, ed il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1000 mc. di miscela. La posa in opera della miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stessa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci (statici o vibranti) o rulli gommati, tutti semoventi.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperatura ambiente inferiore a 0° C e superiore a 25° C e non sotto pioggia battente.

Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25° C ed i 30° C. In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dell'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato o a ripari a seconda delle condizioni meteorologiche. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperatura di 15° C, 18° C ed umidità relative dei 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto dei 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1-2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale simile) conservati umidi. Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto, se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale di tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti, all'infuori di quelli di ripresa.

Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1-2 Kg/mq., in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto e successivo spargimento di sabbia.

d) Norme di accettazione

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm., controllato a mezzo di un regolo di m. 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario.

Qualora si riscontrino un maggior scostamento delle sagome di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spese lo strato per il suo intero spessore.

La densità in sito non dovrà essere inferiore al 97% della densità raggiunta in laboratorio nei provini su cui è misurata la resistenza.

Il prelievo del materiale dovrà essere eseguito durante la stesa ovvero prima dell'indurimento, mediante i normali procedimenti, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Ciò potrà essere sempre ottenuto attraverso una misura diretta, oppure attraverso l'applicazione della formula di trasformazione di cui all'art. 47.

La resistenza a compressione verrà controllata su provini e confezionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando le miscele durante la stesa e prima del costipamento definitivo nella quantità necessaria per il confezionamento di 4 provini, previa la vagliatura del vaglio da 25 mm.

Misurata la resistenza a compressione a 7 giorni dei provini in questione e scartato il valore più basso, la media degli altri 3 dovrà servire per confronto con la resistenza preventivamente determinata in laboratorio.

Questo controllo dovrà essere effettuato almeno ogni mc. 300 di materiale costipato.

La resistenza dei provini preparati con la miscela stesa non dovrà scostarsi da quella preventivamente determinata in laboratorio di oltre $\pm 20\%$ e comunque non dovrà mai essere inferiore a 25 Kg/cm².

4.2.3 Conglomerato bituminoso per strato di base

a) Descrizione

Il conglomerato bituminoso per strato di base è costituito da misto granulare di ghiaia, sabbia e additivo (passante al setaccio da 0,075 mm.) contenente una adeguata percentuale di materiale grosso di frantumazione, impastato con bitume a caldo previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice.

Lo spessore da assegnare allo strato sarà di 8 - 20 cm. compresi. E' peraltro in facoltà della Direzione Lavori variare detti spessori, restando l'opera contabilizzata a misura ai rispettivi prezzi di elenco in base all'effettivo spessore ordinato in fase esecutiva per i vari strati, ma non sarà tenuto conto in contabilità di maggiorazioni dovute a riprese eventualmente necessarie per cedimento del piano di posa, o per qualunque altra causa, allo scopo di dare la superficie con le quote previste in progetto. Se lo spessore ordinato sarà superiore a 12 cm. dovrà essere steso in due strati. Il conglomerato sarà confezionato con i materiali specificati e posto in opera come segue:

b) Aggregati

Saranno impiegate sabbie, ghiaie e pietrischi costituiti da elementi litici, sani e tenaci, esenti da materie eterogenee e grumi di argilla, aventi i seguenti requisiti:

- 1) dimensione massima dell'aggregato 38 mm.;
- 2) la percentuale di materiale frantumato della frazione costituita dall'aggregato grosso (trattenuto ai 2 mm.) non dovrà essere inferiore al 40%; si intendono frantumate le pietre che hanno non meno di tre facce di rottura; inoltre tale % di frantumato dovrà avere una sua granulometria continua da 2 mm. a 38 mm.;
- 3) coefficiente di frantumazione dell'aggregato grosso non superiore a 140. Detta prova verrà eseguita conformemente alle Norme C.N.R., fascicolo 4/1953;
- 4) perdita per decantazione dell'aggregato grosso e della sabbia (determinata secondo le norme C.N.R., fasc. 4/1953) non superiore all'1%;
- 5) la granulometria sarà compresa nel seguente fuso, con andamento secondo la curva di massima densità del Fuller; senza accusare cioè mancanza pronunciata di determinate frazioni:

Serie di vagli e setacci UNI	Passante totale in peso %
Vaglio 31.5 mm	100
Vaglio 22.4 mm	71 - 92
Vaglio 14 mm	50 - 75
Vaglio 8 mm	36 - 60
Vaglio 4 mm	25 - 48
Setaccio 2 mm	18 - 38
Setaccio 0,5 mm	8 - 21
Setaccio 0,25 mm	5 - 16
Setaccio 0,063 mm	4 - 8

c) Legante

Sarà costituito da bitume solido di penetrazione 50 - 70, salvo diversa prescrizione da parte della Direzione dei Lavori, avente le caratteristiche di cui al precedente relativo articolo e verrà mescolato negli impasti in ragione del 3.5 - 4.5% del peso degli aggregati. L'esatto dosaggio verrà stabilito in base a prove di laboratorio sulla miscela di progetto (metodo volumetrico o metodo Marshall).

La composizione adottata non dovrà comunque consentire deformazioni permanenti nella struttura dello strato di base sotto i carichi statici e dinamici, nemmeno alle alte temperature estive, e dovrà però dimostrarsi sufficientemente flessibile per poter seguire, sotto gli stessi carichi, qualunque eventuale assestamento del sottofondo, anche a lunga scadenza.

La miscela di progetto deve essere analizzata secondo il metodo volumetrico 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° ± 0.02°
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: >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°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 $>$ a 250 daN/mm.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni 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 7% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

I valori di stabilità e di scorrimento anzidetti dovranno essere raggiunti non solo in fase di studio delle miscele, ma anche di controllo delle miscele prelevate in cantiere immediatamente prima della stesa del costipamento.

In conseguenza l'impresa sarà tenuta, con congruo anticipo rispetto all'inizio della stessa, a presentare all'approvazione della Direzione Lavori, la composizione della miscela che intende adottare, assieme ai risultati di prove eseguite nel laboratorio di cantiere, comprovante il raggiungimento dei requisiti di stabilità anzidetti.

La Direzione dei Lavori si riserva naturalmente la facoltà di fare ripetere le prove in laboratorio di sua fiducia e durante il corso dei lavori.

d) Confezione, stesa e costipamento

Il conglomerato verrà confezionato a caldo entro centrali di impasto di potenzialità adeguata e tali da assicurare il perfetto essiccamento degli aggregati, la depurazione della polvere e l'accurato dosaggio dei bitume.

La temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa fra 140-180° C, quella dei bitume fra 140-160° C.

Il conglomerato verrà steso sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata la rispondenza ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti per quest'ultima.

Tale piano dovrà essere accuratamente ripulito da sostanze estranee e depolverizzato.

La stesa non andrà effettuata se le condizioni meteorologiche (a giudizio della Direzione dei Lavori) non garantiscono la perfetta riuscita del lavoro, se il piano di posa è bagnato, la temperatura è inferiore a 5° C. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche dovranno essere rimossi o sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

La stesa dovrà essere effettuata a temperatura non inferiore a 110° C, a macchina, mediante vibrofinitrici munita di apparecchiatura elettronica per la regolarizzazione automatica sulla livelletta superiore. secondo progetto.

La rullatura dovrà essere eseguita in due tempi; in un primo tempo con rulli a tandem (da 4 a 8 tonn.) a rapida inversione di marcia ed alla temperatura la più elevata possibile; in un secondo tempo con rulli da 12 a 14 tonn., ovvero con rulli gommati di 10-12 tonn. A costipamento ultimato il peso di volume del conglomerato non dovrà essere inferiore al 98% del volume del provino Marshall costipato in laboratorio.

Le giunzioni, in occasione della ripresa dei lavori, o ai margini contro i cordoli e le murature, dovranno essere spalmate di bitume e battute a mano con idonei attrezzi.

La percentuale dei vuoti residui nei campioni di conglomerato prelevati a costipamento ultimato non dovrà superare il 10%.

La superficie finita dello strato di base non dovrà presentare scostamenti maggiori di mm. 5 rispetto ad un regolo della lunghezza di 4 m. comunque disposto sulla superficie, inoltre non saranno consentiti scostamenti delle livellette di progetto maggiori di 1 cm. su 50 m. L'Impresa dovrà provvedere a rimediare alle eventuali imperfezioni a sua cura e spese; la Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di controllare con livellazioni le quote ottenute con le stesse.

4.2.4 Conglomerato bituminoso per strato di collegamento (binder)

a) Descrizione

Lo strato di collegamento sarà realizzato con un conglomerato bituminoso steso a caldo costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'Art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

b) Caratteristiche del materiale da impiegare

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo IV/1953. L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

Inoltre alle prove appresso elencate dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore a 0.80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R. IV/1953, inferiore a 0.015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R. IV/1953.

Il bitume dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60÷70 salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato di base. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie di crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 25	100
Crivello 15	65 - 100
Crivello 10	50 - 80
Crivello 5	30 - 60
Setaccio 2	20 - 45
Setaccio 0,4	7 - 25
Setaccio 0,18	5 - 15
Setaccio 0,075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere una stabilità Marshall eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3÷7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

Anche per quanto attiene la preparazione degli impasti valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Nella confezione del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato ("dopes" di adesività). Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0.3% e lo 0.6% rispetto al peso del bitume. L'onere derivante dalla fornitura e dall'utilizzo degli attivanti è da considerarsi compreso nel prezzo relativo allo strato di binder.

4.2.5 Conglomerato bituminoso per strato di usura tradizionale

a) Descrizione

Il conglomerato per strato di usura sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, secondo le definizioni riportate nell' Art. 1 delle norme C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice.

Il conglomerato sarà confezionato con i materiali specificati e posto in opera come segue:

b) Aggregati

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle Norme C.N.R. 1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme C.N.R. B.U n. 34 (del 28-3-1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore od uguale al 20% (C.N.R. 34 -1973);

- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm², nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,015 (C.N.R 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durezza, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell' Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953; ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, (e secondo la norma C.N.R. B.U. n. 27 del 30-3-1972) non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2 ÷ 5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

c) Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica compresa nei seguenti fusi:

Serie di vagli e setacci UNI			Passante totale in peso %	
			Per strati di sp. finito cm. 3	Per strati di sp. finito cm. 4 - 6
Vaglio	14	mm	100	100
Vaglio	8	mm	80 – 100	70 – 88
Vaglio	4	mm	44 – 64	40 – 58
Setaccio	2	mm	28 – 42	25 – 38
Setaccio	0,5	mm	12 – 24	10 – 20
Setaccio	0,25	mm	8 – 18	8 – 16
Setaccio	0,063	mm	6 – 10	6 – 10

Il tenore del bitume tipo 50 - 70 dovrà essere compreso tra il 4,5 e il 6,0% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto dei bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il soddisfacimento dei requisiti di seguito riportati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

a) elevatissima resistenza meccanica e cioè capacità a sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli.

La miscela di progetto deve essere analizzata secondo il metodo volumetrico 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° ± 0.02°
Velocità di rotazione:	30 rotazioni al minuto
Pressione verticale, KPa:	600
Dimensioni provino, mm:	150

REQUISITI DI IDONEITÀ:

a 10 rotazioni: % vuoti: 10÷14

a 100 rotazioni: % vuoti: 4 ÷ 6 (Dg = Densità di progetto riferita alla percentuale di vuoti calcolata alle relative rotazioni)

a 180 rotazioni: % vuoti: >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°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 1000 daN; inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in daN e lo scorrimento misurato in mm deve essere compreso tra 300 e 450 daN/mm.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni 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 3% ed il 6% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73);

b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;

c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa. Coefficiente di attrito radente su superficie lievemente bagnata, rilevato con apparecchio SKID - TESTER secondo le norme ASTM E/303, non inferiore a 60 dopo un anno dall'ultimazione della stessa ed a collaudo;

d) grande compattezza;

e) impermeabilità praticamente totale: il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall di controllo, il permeometro a carico costante di 50 cm. d'acqua, non dovrà risultare superiore a 10⁻⁶ cm/sec.

c) Confezione, stesa e costipamento

Gli impasti saranno eseguiti a mezzo di impianti fissi approvati dalla Direzione dei Lavori. In particolare dovranno essere di potenzialità adeguata e capaci di assicurare il perfetto essiccamento, la separazione della polvere ed il riscaldamento uniforme della miscela degli aggregati; la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura e il controllo della granulometria; la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta il dosaggio delle categorie di aggregati già vagliati prima dell'invio al mescolatore; il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento dell'impasto ed il perfetto dosaggio del bitume e degli eventuali additivi.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima della stesa del conglomerato sullo strato sottostante, per garantire l'adesione all'interfaccia, si dovrà provvedere all'applicazione di una mano d'attacco, costituita da emulsione bituminosa cationica dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 Kg/m². Prima della stesa della mano d'attacco l'impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti.

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 automatismo di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa, dovrà 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, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 140°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione, gli strati dovranno avere una densità uniforme in tutto lo spessore.

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 dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto oltre 1 cm, controllata a mezzo di un regolo di m. 4,50 di lunghezza disposto su due direzioni ortogonali.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

In apposito laboratorio, a cura e spese dell'Impresa, dovranno essere effettuati, a discrezione della Direzione dei Lavori:

- 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 dei bitume, percentuale di additivo) e della stabilità Marshall, prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o alla stesa;
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito.

A discrezione della Direzione dei Lavori dovranno essere frequentemente controllate le quantità e le caratteristiche del bitume; le temperature degli aggregati e del bitume. A tal fine gli essiccatori, le caldaie e tramogge degli impianti saranno munite di termometri fissi.

d) Impiego di additivo per migliorare l'adesività degli strati di usura

Al fine di migliorare l'adesività fra il bitume e l'aggregato e per particolari condizioni climatiche, potrà essere richiesto da parte della Direzione dei Lavori l'impiego di appositi additivi, detti di adesione, costituiti da composti azotati di natura e complessità varia, ovvero da ammine ed in particolare da alchilammido - poliammine ottenute per reazione tra poliammine e acidi grassi C16 e C18.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i Laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche fisico - chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare (da Kg 0,3 a Kg 0,6 per ogni 100 Kg di bitume).

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benessere della Direzione dei Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nella cisterna del bitume (al momento della ricarica secondo il quantitativo percentuale stabilito) dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio del bitume attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto), senza inconvenienti alcuno per la sicurezza fisica degli operatori.

Per verificare che detto attivante l'adesione bitume - aggregato sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato la Direzione dei Lavori preleverà in contraddittorio con l'Impresa un campione del bitume additivato, che dovrà essere provato, su inerti acidi naturali (graniti, quarziti, silicei, ecc.) od artificiali (tipo ceramico, bauxite calcinata, "sinopal" od altro) con esito favorevole mediante la prova di spogliazione (di miscele di bitume - aggregato), la quale sarà eseguita secondo le modalità della Norma A.S.T.M. - D 1664/80. Potrà essere inoltre effettuata la prova di spogliamento della miscela di legante idrocarburico ed aggregati in presenza di acqua (C.N.R. 138-1992) per determinare l'attitudine dell'aggregato a legarsi in modo stabile al tipo di legante che verrà impiegato in opera.

In aggiunta alle prove normalmente previste per i conglomerati bituminosi è particolarmente raccomandata la verifica dei valori di rigidità e stabilità Marshall.

Inoltre dovranno essere effettuate le prove previste da C.N.R. 149-1992 per la valutazione dell'effetto di immersione in acqua della miscela di aggregati lapidei e leganti idrocarburici per determinare la riduzione ($\Delta\%$) del valore di resistenza meccanica a rottura e di rigonfiamento della stessa miscela in conseguenza di un prolungato periodo di immersione in acqua (facendo ricorso alla prova Marshall (C.N.R. 30-1973), ovvero alla prova di trazione indiretta "Brasiliana" (C.N.R. n° 134/1991)).

Per il dosaggio dell'additivo l'impresa dovrà disporre nell'impianto di produzione dei conglomerati di un'attrezzatura in grado di garantire l'uniformità del dosaggio stesso che dovrà essere accettata dalla Direzione dei Lavori.

In ogni caso l'additivo, aggiunto al legante bituminoso nella normale percentuale di impiego, non dovrà provocare una variazione nella penetrazione del bitume oltre i limiti della rispettiva gradazione, né farne diminuire il punto di rammollimento P.A. e/o aumentare il punto di rottura Fraass.

L'additivo, dovrà inoltre essere tale da resistere al riscaldamento alla temperatura di impasto dei conglomerati bituminosi (con un ragionevole margine per le tolleranze di lavorazione) senza degradarsi o comunque perdere in tutto od in parte la sua proprietà di attivante di adesione.

4.3 Segnaletica verticale

4.3.1 Pellicole catarifrangenti a normale intensità luminosa (E.G.)

Le pellicole catarifrangenti a normale risposta luminosa con durata di 7 anni (classe 1) consistono in elementi sferici di vetro incorporati in un film di materiale plastico flessibile, trasparente ed a superficie esterna perfettamente liscia.

4.3.2 Pellicole catarifrangenti ad alta intensità luminosa (H.I.)

Le pellicole catarifrangenti ad alta intensità luminosa con durata di 10 anni (classe 2) dovranno essere costituite da un film di materiale plastico acrilico, trasparente, tenace, resistente agli agenti atmosferici a superficie esterna perfettamente liscia.

Le proprietà di catarifrangenza devono derivare da un sistema ottico sottostante al film acrilico e costituito da uno strato uniforme di microsfere di vetro perfettamente rotonde e ad elevatissimo indice di rifrazione, incapsulate per mezzo di una speciale resina sintetica.

4.3.3 Pellicole catarifrangenti ad altissima intensità luminosa (D.G.)

Pellicole catarifrangenti ad altissima intensità luminosa con durata di 10 anni (classe 2 speciale) munite di certificazione per la classe 2, ma aventi caratteristiche prestazionali

superiori alla pellicola di classe 2 di cui al capitolo 2, art. 2.2 del Disciplinare Tecnico pubblicato con D.M. 31.03.95

Dette pellicole retroriflettenti devono possedere caratteristiche di Grande Angolarità superiori così come definite dalla seguente tabella relativa alle caratteristiche fotometriche (coefficiente areico di intensità luminosa).

ANGOLO DIVERG	ANGOLO ILLUMIN	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU
1°	5°	80°	65°	20°	10°	4°
	30°	50°	40°	13°	5°	2°,5
	40°	15°	13°	5°	2°	1°
1°,5	5°	20°	16°	5°	2°,5	1°
	30°	15°	8°	2°,5	1°	0°,5
	40°	5°	4°,5	1°,5	0°,5	0°,25

Un rapporto di prova, rilasciato da un istituto di misura previsto dal D.M.. 31/03/1995, attestante che le pellicole retroriflettenti soddisfino i sopradetti requisiti, deve essere accluso, unicamente alla certificazione di classe 2 prevista dallo stesso D.M.. 31/03/1995, nella documentazione da allegarsi alla campionatura di materiale prima dell'approvazione dello stesso da parte della Direzione Lavori.

Potrà essere richiesto che tale pellicola speciale sia inoltre dotata di un sistema anticondensa che oltre alle caratteristiche fotometriche e prestazionali di cui sopra, sarà composta da materiali tali da evitare la formazione di condensa sul segnale stesso durante le ore notturne in cui essa si viene a formare.

Detta caratteristica è definita da un angolo di contatto delle gocce d'acqua sul segnale stesso non superiore a 25°.

Detta misurazione si intende effettuata con strumenti atti alla misurazione delle tensioni superficiali "Krss" con acqua distillata ed alla temperatura di 22°.

In tal caso tali caratteristiche dovranno essere attestate nel rapporto di prova di cui sopra.

4.3.4 Caratteristiche comuni delle pellicole catarifrangenti

Tutte le pellicole retroriflettenti a normale intensità luminosa (classe 1), alta intensità luminosa (classe 2) ed ad altissima intensità luminosa (classe 2 speciale) dovranno avere le caratteristiche previste dal disciplinare tecnico approvato con il Decreto Ministeriale 31 marzo 1995 e dovranno essere prodotte da ditte in possesso del sistema di qualità in base alle norme europee serie UNI/EN 29000.

Le certificazioni di conformità relative alle pellicole retroriflettenti proposte, devono contenere gli esiti di tutte le analisi e prove prescritte dal suddetto Disciplinare e, dalla descrizione delle stesse, dovrà risultare in modo chiaro ed inequivocabile che tutte le prove ed analisi sono state effettuate, secondo le metodologie indicate, sui medesimi campioni, per l'intero ciclo e per tutti i colori previsti dalla Tab.1 del Disciplinare Tecnico summenzionato.

Le suddette pellicole, quando solamente fornite, dovranno essere dotate posteriormente di adesivo secco da attivare con il calore, steso uniformemente e protetto da un foglio sottile di polietilene, facilmente asportabile con le sole dita al momento dell'applicazione. Anche la fornitura di pellicola autoadesiva potrà essere richiesta dalla Direzione Lavori.

4.3.5 Pannelli integrativi

Di norma le dimensioni più usuali per i nostri tipi di pannello, sono di mm 150x350, mm 270x800 e di mm 500x250 o 600x250, con spigoli arrotondati, trattati come i cartelli stradali sopra descritti (retro grigio neutro); le scritte per quanto riguarda la dicitura, l'impaginazione, carattere e dimensione, dovranno sempre essere preliminarmente concordate con la Direzione Lavori, e potrà essere richiesta la presentazione a titolo gratuito di un fac-simile in scala naturale.

Il prezzo della posa del pannello aggiuntivo comprende le staffe utili per l'ancoraggio diretto su sostegno ϕ mm 48 o ϕ mm 60 ovvero con portadisco, delle staffette in acciaio inox, con relativi bulloni inox, da ancorarsi all'anello portadischi, ivi compreso l'ancoraggio della base del pannello al sostegno tramite legamento con materiale non ossidabile.

A richiesta della Direzione Lavori, il pannello può essere un unico pezzo pur indicando più elementi, come ad esempio il pannello di dimensioni 600x250 mm riportante le indicazioni combinate dei modelli 3/A+5/A+6.

4.3.6 Staffe e ancoraggi

L'ancoraggio del segnale stradale al sostegno dovrà essere effettuato a seconda del tipo di sostegno posato in opera.

I principali tipi di sostegno sono:

- a) palina con cornice portadisco \emptyset mm 60 o portaquadrello (60x60mm) o portatabella (60x90mm);
- b) palina semplice o a collo d'oca (detta piantana) \emptyset mm 48 e 60;
- c) palificazione di altri enti o servizi (A-IM-AEM-ENEL-ITALGAS).

L'ancoraggio del segnale stradale alle paline con anello portadisco sarà effettuato mediante tre pernetti opportunamente fresati e forati, posti ad intervallo di 120° sull'anello, di questi, due sono fissi ed il terzo inseribile per consentire la posa del disco che verrà poi fermato con una coppiglia inox a forcina antirotazione. Il pernetto mobile sarà in lega di alluminio con vite in ottone a testa lenticolare.

Per i segnali non circolari (quadrati, rettangolari) da installarsi su paline con cornice portasegnaletto valgono le stesse disposizioni di cui sopra. In questo caso però i pernetti saranno 4: 2 fissi sul lato superiore della cornice e 2 mobili sul lato inferiore.

L'eventuale pannello aggiuntivo, da porre sotto il segnale stradale, sarà ancorato all'anello porta disco mediante due staffette in lamiera di acciaio inox fermate con due bulloni passanti T.E. 8MA15 e dado T.E. spessore 6 mm, il tutto in acciaio inox 18/10.

L'ancoraggio del segnale stradale alla palina semplice sarà effettuato mediante staffe a collare in ferro zincato a caldo, di norma due coppie per segnale, fissate con bulloni passanti T.E. 8 MA x 15 dado spessore 4mm 6, tutto in acciaio inox 18/10 con marchio di qualità dichiarato, compresa la rosetta in nylon da inserirsi tra la testa del bullone e la faccia anteriore del segnale.

Detta staffa, piegata a freddo, avrà uno spessore non inferiore a mm 3 ed il fermo alla palina sarà effettuato con bullone passante T.E. 8 MA x 25, dado spessore mm 6 sempre in acciaio inox. Il tutto come nostri campioni. La Direzione Lavori in alternativa, senza variazione di prezzo, può richiedere la staffa inox il cui spessore minimo sarà di mm 2, larghezza minima mm 30. Per l'ancoraggio dei pannelli aggiuntivi o similari sarà sempre usata la staffetta inox; spessore minimo mm 10/10 larghezza mm 20 con spigoli smussati, bulloneria inox come sopra descritto.

Per l'ancoraggio del segnale stradale su palificazioni esistenti di diametro superiore alla norma come pali luce o di tesata, semaforici, tralicci, ecc., si dovrà usare il sistema Band-It con particolari staffette a "U" dette cavalletto, in ferro zincato a caldo, di norma due per segnale fissate con bulloni passanti come descritto nel comma precedente. La staffetta avrà uno spessore non inferiore a 4 mm. Il nastro e le staffette del Band-It (con marchio originale) saranno in acciaio inox spessore non inferiore a mm 0,76 e altezza non inferiore a mm 12,7. L'eventuale pannello aggiuntivo, ubicato sotto il segnale stradale ancorato ai sostegni descritti ai punti b) e c), sarà posato con le medesime staffe, staffette e bulloneria usate per ancorare i segnali stradali.

Rimane inteso che l'Appaltatore dovrà rispondere di eventuali danneggiamenti procurati a dette palificazioni durante il montaggio o smontaggio di cui sopra.

Non è in ogni caso ammesso avvalersi di sostegni o palificazioni diversi da quelli sopra elencati, in special luogo se di proprietà privata o di gronde, montanti di recinzioni e cancellate. L'Appaltatore risponderà degli eventuali danni arrecati.

Nei casi descritti, dove il segnale è ancorato con bullone passante, è richiesta l'applicazione di una rondella trasparente in nylon, a protezione della pellicola dallo sfregamento dei bullone da interporsi tra la T.E. del bullone e la faccia del segnale stesso.

4.3.7 Cartelli "Nome strada"

I segnali stradali detti "nome strada" o "targa viaria" dovranno essere conformi alle prescrizioni stabilite dall'art. 133 del DPR 495/92. Le dimensioni saranno scelte dalla Direzione Lavori in relazione alla lunghezza delle iscrizioni e delle caratteristiche del luogo di posa.

Il supporto sarà a pannello tamburato, in lega di alluminio estruso (tipo UNI 3569 nello stato TA16) spessore totale del pannello non inferiore a mm 25, spessore delle due facce parallele lisce non inferiore a mm 2,5, finite su ambo le facciate con fondo in pellicola rifrangente E.G./H.I. a scelta della Direzione Lavori, bordino rifrangente azzurro, scritte nere in Scotcheal serigrafate.

Dette targhe dovranno avere una staffa apposita, di altezza uguale a quella del segnale, per pali Ø 60 mm o 48 mm. Nel caso si dovessero ancorare a pali luce o similari la staffa dovrà essere di foggia idonea per l'applicazione con il sistema BAND-IT.

All'altro estremo il pannello dovrà essere chiuso da un coprigiunto o tappo a incastro.

4.3.8 Segnali bifacciali in alluminio scatolato

Alcuni articoli del Regolamento di Attuazione del Nuovo C.d.S. prevedono la posa di cartelli bifacciali. A tale scopo è prevista l'installazione di cartelli di forma quadrata, cm 60x60, in alluminio estruso scatolato, riportanti su ambo le facciate i simboli richiesti in pellicola E.G. od H.I.. Il sistema di ancoraggio e tutte le altre caratteristiche saranno del tutto simili a quelle già descritte nell'articolo precedente.

Entrambi gli ancoraggi dovranno essere in alluminio o materiale non ossidabile e inalterabile agli sbalzi di temperatura.

Tutta la bulloneria o similari dovrà essere in acciaio inox.

4.3.9 Sostegni segnali verticali

- **Caratteristiche comuni ai sostegni**

Tutti i tipi di sostegni, come sopra descritti, dovranno comunque rappresentare un insieme armonioso costituito dai vari elementi saldati e zincati. A tal proposito si precisa che non verranno accettati, sia sul luogo d'impiego, sia come fornitura a magazzino, quegli elementi

che presentino giunzioni e saldature non strettamente necessarie, in special modo lungo la lunghezza del tubolare di sostegno, sfridi di zincatura che occludano in tutto od in parte le asole ferma-disco, i fori per le coppiglie, ecc. o presentino sporgenze e sbavature particolarmente appuntite e pericolose per la movimentazione ed il trasporto dei sostegni stessi.

Ogni sostegno sarà opportunamente forato alla base onde poter consentire l'inserimento di un perno antirotazione del diametro di 8 mm.

In ogni caso la Direzione Lavori si riserva di chiedere la sostituzione integrale degli elementi non conformi ai campioni depositati presso i ns. magazzini od in subordine l'eliminazione in loco ed a cura dell'aggiudicatario dei difetti eventualmente riscontrati senza che l'Appaltatore aggiudicatario possa addurre eccezioni o riserve di sorta.

Le piantane possono altresì variare sia nell'altezza così come nelle forme. Si avranno pertanto piantane normali, ridotte, extra lunghe, speciali per posizionamento su pali semaforici, pali a collo d'oca o a giro.

Tutti i tipi di sostegno saranno chiusi alla estremità superiore da un cappello saldato o inamovibile, anche in materiale plastico, perché resistente agli agenti atmosferici.

Tutti i tipi di sostegno dovranno essere in pezzo unico e pertanto non dovranno presentare su tutta la lunghezza alcuna saldatura o giunzione se non quelle assolutamente indispensabili per le caratteristiche peculiari dei sostegni stessi.

I sostegni dovranno essere zincati a caldo per immersione secondo le norme UNI 5101 e ASTM 123 e dovranno avere un foro passante per l'inserimento dello spinotto anti-rotazione posizionato a circa 5 cm dal termine della parte tubolare.

• **Paline con anello portadisco o portaquadrello**

Dovranno essere in tubo di acciaio, trafilato a freddo con saldatura longitudinale per induzione ricavata da nastro con resistenza non inferiore a Fe 430 C diametro esterno mm 60 con spessore minimo del tubo di mm 3,25.

L'anello portadisco (o il portaquadrello) dovrà essere realizzato in tubolare di \varnothing mm 27, in acciaio come sopra, dovrà avere un diametro interno netto di mm 630 con i due pernetti fissi saldati in posizione 0° e 120° e con foro per il pernetto mobile posto in posizione a 240°.

La congiunzione della palina all'anello portadisco sarà effettuata mediante saldatura eseguita a regola d'arte previo schiacciamento della parte sommitale del tubolare di sostegno, fino ad unire armoniosamente i due elementi.

Palina semplice detta "piantana" (Tipo comunemente commerciale).

Dovrà essere in tubo di acciaio con caratteristiche analoghe a quelle descritte al comma precedente, potrà essere di due sezioni:

- mm 48 spessore minimo mm 3 (da utilizzarsi per piantane ridotte speciali)
- mm 60 spessore minimo mm 3,25 (per tutti gli altri usi)

• **Altri sostegni tubolari**

Pali utilizzati per sostenere cartelli in numero considerevole o di dimensioni maggiorate saranno di diametro e spessore maggiorati come segue:

\varnothing mm 90	spessore minimo mm 3,65
\varnothing mm 100	spessore minimo mm 4,00
\varnothing mm 115	spessore minimo mm 4,50
\varnothing mm 120	spessore minimo mm 4,70
\varnothing mm 150	spessore minimo mm 4,85
\varnothing mm 180	spessore minimo mm 5,50
\varnothing mm 200	spessore minimo mm 6,00

- **Sostegni tipo pali a sbraccio**

Sono utilizzati per posare cartelli sospesi sulla carreggiata quando questa è molto larga, affinché sia resa più agevole la vista dei segnali agli utenti.

I tipi e le dimensioni di norma saranno le seguenti:

a) Tipo semplice a sbraccio normale:

altezza fuoriterra sottotarga	m 5,50
aggetto	m 3,00/4,00
diametro alla base	mm 139
diametro superiore	mm 70
spessore minimo	mm 3,50/4,00

b) Tipo semplice a sbraccio allungato:

altezza fuoriterra sottotarga	m 5,5
aggetto	m 4,00/6,00
diametro alla base	mm 180
diametro superiore	mm 95
spessore minimo	mm 5,00/6,00

c) Tipo doppio a sbraccio normale:

altezza fuoriterra sottotarga	m 5,5
aggetto	m 3,00/4,00
diametro alla base	mm 180
diametro superiore	mm 95
spessore minimo	mm 5,00/7,00

N.B. il cartello viene ancorato al palo in prossimità dell'apice dello sbraccio.

- **Pali per tesate e altri tipi di strutture**

La Direzione Lavori può richiedere strutture portanti per segnali di media dimensione da collocare su ogni corsia di marcia; dette strutture potranno essere formate da pali per tesata; da strutture composite formate da palo verticale più palo orizzontale, sorretto quest'ultimo da staffa e tirante ancorato al palo verticale; da pali a sbraccio rinforzati per aumentarne la gettata. I pali di cui sopra del tipo "Mannesmann" in acciaio dovranno essere dimensionati a seconda della necessità di portata e impatto ambientale, sempre tenendo conto delle norme UNI CNR 10011 - 10012 come descritte nell'articolo successivo (Portali). Anche per queste strutture la Ditta è obbligata a consegnare prima della posa in opera il calcolo di stabilità, come detto all'art. 37.12.

4.3.10 Termo-spruzzato plastico

Detto materiale verrà impiegato prevalentemente per l'esecuzione di linee di mezzeria e corsia sulle viabilità.

Le linee o i tratteggi eseguiti in termospruzzato plastico rifrangente bianco, dovranno essere applicate a spruzzo mediante speciali macchine operatrici munite di caldaia.

Il materiale plastico verrà steso sulla pavimentazione ad una temperatura di circa 200°C. Il raffreddamento dovrà essere quasi immediato onde poter consentire la predisposizione di un cantiere mobile che eviti di dover interrompere il flusso veicolare.

Per migliorare la rifrangenza, oltre alle perline miscelate nel prodotto, con dimensioni e quantità descritte al punto successivo, è necessario effettuare durante la stesa del termoplastico una post spruzzatura di perline di vetro sulla striscia appena spruzzata.

Le caratteristiche del materiale plastico con le opportune lavorazioni per renderlo meno denso, onde consentire l'uso di spruzzatori, sono simili a quelle indicate per il termo-colato

plastico descritto al punto seguente come pure i requisiti di indeformabilità, antiscivolosità ecc.. La durata non dovrà essere inferiore a mesi diciotto con obbligo di manutenzione.

4.4 Barriere stradali di sicurezza

Le barriere di sicurezza stradali verranno installate lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, nonché lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia sede o delle autostrade a protezione di specifiche zone, secondo le caratteristiche e le modalità tecniche costruttive previste dal progetto e previo le disposizioni che impartirà la D.L.

Le zone, ai margini della carreggiata stradale, da proteggere mediante la installazione di barriere, sono quelli previsti dall'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21-06-2004:

Al fine di elevare il livello di servizio delle strade ed autostrade statali e la qualità delle pertinenze stradali, di garantire le migliori condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi, di assicurare la protezione delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedirne la fuoriuscita dei veicoli, le barriere stradali di sicurezza dovranno essere progettate e realizzate a norma delle seguenti disposizioni ed istruzioni ed ai relativi aggiornamenti:

- 1) Circolare del Ministero LL.PP. n. 2337 dell' 11-7-1987 ;
- 2) Circolare Ministero LL.PP. n. 2595 del 9-06-1995;
- 3) Circolare Ministero LL.PP. n. 2357 del 16-5-1996;
- 4) 5) Circolare Ministero LL.PP. n. 4622 del 15-10-1996;
- 5) Circolare Ente ANAS n. 748 del 26-7-1996;
- 6) D.M. 9 gennaio 1996 e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 252 del 15-10-1996;
- 7) Decreto del Ministero LL.PP in data 03-06-1998;
- 8) Decreto del Ministero LL.PP in data 11-06-1999;
- 9) Circolare Ministero LL.PP. del 06-04-2000;
- 10) Decreto del Ministero LL.PP in data 02/08/2001;
- 11) Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21/06/2004;
- 12) Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 25/08/2004.
- 13) D.M. 14 gennaio 2008 – Nuove norme tecniche per le costruzioni;
- 14) Circolare 2 febbraio 2009 n.619 – Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008.

Il livello di contenimento "Lc" e l'indice di severità dell'accelerazione "ASI" previsti per verificare l'efficienza e la funzionalità delle barriere stradali di sicurezza (D.M. 21-06-2004), dovrà essere comprovato, in attesa delle omologazione ufficiali pronunciate dal suddetto Decreto, con "certificazioni di prove d'impatto al vero" (crash-test) eseguite presso i Laboratori Ufficiali autorizzati dal Ministero dei LL.PP. (circolare LL.PP. n. 4622 del 15-10-1996 e Circolare Ministero LL.PP. del 06-04-2000).

Dette prove saranno eseguite con le modalità tecniche esecutive richiamate nel D.M. 21-06-2004 e successive modifiche ed integrazioni.

Nel caso di "barriere stradali di sicurezza" da installare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.) si dovranno adottare oltre le disposizioni tecniche sopra elencate anche le norme previste dal D.M. del Ministero dei LL.PP. 4 Maggio 1990, punto 3.11 "Azioni sui parapetti. Urto di veicoli in svio" e dovranno appartenere alla classe "H4a,b" (ex B3).

Le barriere di sicurezza tipo "New Jersey" stradali potranno essere installate lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, nonché lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia sede o delle autostrade a protezione di specifiche zone.

Dette barriere saranno realizzate secondo le caratteristiche tecniche costruttive e le modalità previste dal progetto esecutivo e preventivamente approvato dalla D.L..

Inoltre saranno fornite e messe in opera dall' Impresa, sotto le direttive e le disposizioni che impartirà la D.L., dopo l'approvazione del progetto stesso, redatto a carico dell'Impresa.

Le barriere di sicurezza tipo "New Jersey" devono assicurare, sia l'inalcabilità e sia il "contenimento" dei veicoli collidenti sulla barriera (e tendenti alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale) nelle migliori condizioni di sicurezza possibile.

4.4.1 Caratteristiche delle barriere di sicurezza in acciaio

La barriera sarà costituita da una serie di sostegni in profilato metallico e da una fascia orizzontale metallica, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori.

Le fasce dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi ad una altezza non inferiore a cm 70 dalla pavimentazione finita e che il loro filo esterno abbia aggetto non inferiore a cm 15 dalla faccia del sostegno lato strada.

Le fasce saranno costituite da nastri metallici aventi: spessore minimo di mm. 3, profilo a doppia onda, altezza effettiva non inferiore a mm. 300, sviluppo non inferiore a mm. 475, modulo di resistenza non inferiore a cm³ 25.

Le fasce dovranno essere collocate in opera con una sovrapposizione non inferiore a cm. 32.

I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici, con profilo a C di dimensioni non inferiori a mm 80x120x80, aventi spessore non inferiore a mm 6, lunghezza non inferiore a m 1,65 per le barriere centrali e m 1,95 per quelle laterali.

I sostegni stessi dovranno essere infissi in terreni di normale portanza per una profondità non minore di m 0,95 per le barriere centrali e m 1,20 per le barriere laterali e posti ad intervallo non superiore a m 3,60.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare una maggiore profondità od altri accorgimenti esecutivi per assicurare un adeguato ancoraggio del sostegno in terreni di scarsa consistenza, come pure potrà variare l'interasse dei sostegni.

In casi speciali, quali zone rocciose od altro, previa approvazione della Direzione dei Lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno a mezzo di basamento in calcestruzzo avente almeno un $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ e delle dimensioni fissate dal progetto.

Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di cm 32, effettuata in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

Il collegamento delle fasce tra loro ed i loro sostegni, con l'interposizione dei distanziatori metallici, deve assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i sistemi di attacco (bulloni e piastrine copriasola) debbono impedire che, per effetto dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce.

I distanziatori avranno: altezza di cm 30; profondità non inferiore a cm 15; spessore minimo di m 2,5, salvo l'adozione, in casi speciali, di distanziatori del "tipo europeo".

I sistemi di attacco saranno costituiti da: bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copriasola antisfilamento di dimensioni mm 45x100 e di spessore mm 4.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/m² per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/66.

I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di più o meno cm 2 ed orizzontale di più o meno cm 1. Le fasce ed i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire la installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a m 50 senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali.

Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

Le barriere da collocare nelle aiuole spartitraffico saranno costituite da una doppia fila di barriere del tipo avanti descritto, aventi i sostegni ricadenti in coincidenza delle stesse sezioni trasversali.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce, che dovranno essere sagomate secondo forma circolare che sarà approvata dalla Direzione dei Lavori.

In proposito si fa presente che potrà essere richiesta dalla D.L. anche una diversa sistemazione (interramento delle testate) fermi restando i prezzi di Elenco.

Le sopraccitate caratteristiche e modalità di posa in opera minime sono riferite a quelle destinazioni che non prevedono il contenimento categorico dei veicoli in carreggiata (rilevati e trincee senza ostacoli fissi laterali).

Per barriere da ponte o viadotto, per spartitraffici centrali e/o in presenza di ostacoli fissi laterali, curve pericolose, scarpate ripide, acque o altre sedi stradali o ferroviarie adiacenti, si dovranno adottare anche diverse e più adeguate soluzioni strutturali, come l'infittimento dei pali e l'utilizzo di pali di maggior resistenza.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

Per essere autorizzato alla fornitura ed alla posa dei vari tipi di materiali prescritti dal presente Capitolato Speciale, l'aggiudicatario dovrà esibire all'Ente entro 10 (dieci) giorni dalla comunicazione dell'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori, pena la decadenza dell'aggiudicazione stessa, la certificazione di qualità aziendale rilasciata da Enti certificatori per la meccanica, accreditati ai sensi delle norme EN 45000. Tale certificazione dovrà espressamente indicare che il produttore delle barriere oggetto dell'appalto operi con sistema di qualità aziendale rispondente alle Norme internazionali UNI EN ISO 9001/9002 così come previsto dalla Circolare del Ministero dei LL.PP. N° 2357 del 16/05/1996 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale N° 125 del 30/05/1996.

Deve inoltre produrre una dichiarazione giurata resa dal proprio legale rappresentante con la quale l'impresa si impegni all'utilizzo esclusivo dei prodotti di cui sopra.

Requisiti dei prodotti

1. MARCATURA DI BARRIERE - I nastri e i pali devono riportare chiaramente impressi il marchio del produttore, la classe dell'acciaio e la data di fabbricazione. Per i bulloni: il marchio del produttore e la classe di resistenza.
2. ACCIAIO IMPIEGATO - Le qualità da utilizzare dovranno essere quelle previste dalla Norma qualitativa EN 10025-90*Aa 93 o, in alternativa, EN 10025-90; UNI 7070/82; DN 17100-80; NF A 35501-83; BS 4360-86.

Sono ammessi acciai con stesse caratteristiche e qualità pur con riferimento a

norme diverse ma corrispondenti. Le qualità da utilizzare dovranno essere quelle previste dalla Norma qualitativa EN 10025-90*Aa 93 o, in alternativa, EN 10025-90; UNI 7070/82; DN 17100-80; NF A 35501-83; BS 4360-86.

Sono ammessi acciai con stesse caratteristiche e qualità pur con riferimento a norme diverse ma corrispondenti.

3. **ATTITUDINE E COMPOSIZIONE CHIMICA** - La composizione chimica del prodotto deve rispecchiare i valori analitici della Norma di riferimento. Il prodotto dovrà avere attitudine alla zincatura secondo quanto previsto dalla Norma UNI 5744/66. La composizione chimica del prodotto deve rispecchiare i valori analitici della Norma di riferimento. Il prodotto dovrà avere attitudine alla zincatura secondo quanto previsto dalla Norma UNI 5744/66.
4. **TOLLERANZE DI SPESSORE** - E' ammessa la tolleranza sullo spessore secondo le Norme EN 10051-91.
5. **COLLAUDI E DOCUMENTI TECNICI** - La qualità delle materie prime deve essere certificata dai relativi Produttori o da Enti o Laboratori Ufficiali di cui all'Art. 20 della Legge 1086/71 o autorizzati con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici, secondo le modalità previste dall'allegato 8 del Decreto 14 febbraio 1992 "controlli sui prodotti laminati per strutture in acciaio".
Si specifica che per le materie prime provenienti da Paesi della Comunità Economica Europea è sufficiente il certificato di origine del produttore ove questi in regime di qualità e sia riconosciuto dalle Autorità competenti; mentre per le materie prime provenienti da Paesi extra CEE sarà indispensabile provvedere alla qualificazione dei materiali secondo le normative legislative effettuate da laboratori o enti autorizzati (art. 20 legge 1086/71).
6. **IMPACCHETTAMENTO ED IDENTIFICAZIONE DEL MATERIALE** - Le barriere impacchettate dovranno riportare su apposito cartellino:
 - tipo di barriera e qualità acciaio;
 - numero di barriere costituenti il pacco;
 - dimensioni della barriera;
7. **IMBALLAGGIO ED INDIVIDUAZIONE DEL PRODOTTO DOPO ZINCATURA** - pacchi, costituiti preferibilmente da circa 25 barriere dovranno riportare un cartellino contenente le seguenti indicazioni:
 - tipologia della barriera e qualità dell'acciaio;
 - dimensione degli elementi;
 - peso del rivestimento di zinco;
 - numero di riferimento coil e nastro;
 - numero di elementi costituenti il passo;
 - data e turno di zincatura.

Tutte le prove di analisi di qualunque tipo dei materiali saranno eseguite ad esclusivo onere e spese dell'Aggiudicatario.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio redigendo apposito verbale.

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

I dati ottenuti risultanti dai Certificati Ufficiali, rilasciati dai succitati Laboratori, saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti: ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti del presente Atto.

8. CERTIFICAZIONE E PROVE - Nel caso in cui l'aggiudicatario possieda valida certificazione di qualità secondo UNI EN ISO 9001-9002 o produca certificato di qualità del fornitore del prodotto finito, ad ultimazione della fornitura, dovrà fornire alla Direzione Lavori il certificato di conformità (in originale), secondo quanto previsto dalle Norme UNI EN ISO 45014, a garanzia della corrispondenza delle caratteristiche della barriera fornita rispetto ai Certificati di qualità presentati in fase preliminare indicando:

Stabilimenti di produzione e ragione sociale della Ditta produttrice;

- Quantitativi di barriera fornita;
- Risultati delle prove eseguite nello Stabilimento sul lotto di barriera dal quale è stato prelevato il materiale fornito, con particolare riferimento alla zincatura.

Il Certificato dovrà essere firmato dal responsabile dell'Assicurazione qualità della Casa Produttrice unitamente con la dichiarazione esplicita del legale rappresentante dell'impresa che attesti che tale certificato è relativo ai lavori eseguiti.

Nel caso in cui l'aggiudicatario non possieda certificazione di qualità propria o del fornitore del prodotto finito dovrà fornire valida documentazione e certificazione di quanto previsto dal capitolo "requisiti del prodotto".

Sia i controlli del quantitativo dello zinco sia le prove di resistenza dei materiali potranno essere effettuati in qualsiasi momento dalla Direzione dei Lavori su campioni di materiali prelevati in contraddittorio con l'Impresa.

Qualora i risultati di dette prove fossero negativi e, quindi, differissero dai dati di Certificati di collaudo rilasciato dalla Ditta fornitrice, o da quanto prescritto dal presente C.S.A. a Stazione Appaltante rifiuterà senz'altro la partita dei materiali dalla quale sono stati prelevati i campioni.

L'appaltatore, prima dell'inizio della fornitura dei materiali, dovrà certificare la corrispondenza della barriera da fornire alla Normativa sopra citata.

SEZIONE 3: OPERE IDRAULICHE

SOMMAIRE / INDICE

1	OPERE IDRAULICHE.....	3
1.1	Tubazioni.....	3
1.1.1	Accettazione tubi	3
1.1.2	Carico, trasporto e scarico tubi.....	3
1.1.3	Accatastamento tubi.....	3
1.1.4	Deposito giunti, guarnizioni e accessori	4
1.1.5	Sfilamento tubi.....	4
1.1.6	Posa in opera.....	4
1.1.7	Giunzione tubi.....	4
1.1.8	Reinterro parziale.....	5
1.1.9	Prova idraulica.....	5
1.1.10	Reinterro definitivo	5

1 Opere idrauliche

1.1 Tubazioni

1.1.1 Accettazione tubi

Dovranno essere effettuati controlli in stabilimenti ed in cantiere sulla corrispondenza della fornitura alle normative vigenti, alle prescrizioni dei capitolati speciali ed ai termini contrattuali.

Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti la ditta costruttrice, e il diametro nominale, la pressione nominale (o la classe di impiego); le singole partite della fornitura dovranno avere una documentazione dei risultati delle prove eseguite in stabilimento caratterizzanti i materiali impiegati ed i tubi forniti.

L'accettazione dei tubi sarà regolata dalle prescrizioni dello specifico disciplinare di fornitura o capitolato speciale d'appalto nel rispetto di quanto indicato al punto 2.1.4. del D.M. 12.12.1985 del Ministero dei LL.PP. e per i tubi in c.a. e c.a.p. delle normative vigenti per le strutture in cemento armato in quanto applicabili.

I risultati delle prove di riferimento e del collaudo dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali effettuati in stabilimento a controllo della produzione saranno valutati con riferimento al valore della pressione nominale di fornitura Pn.

Nel caso di tubi e pezzi speciali forniti dalla Amministrazione committente, l'accettazione della fornitura sarà subordinata all'esito positivo del preliminare esame della documentazione di accompagnamento e di prove e controlli integrativi eventualmente necessari.

1.1.2 Carico, trasporto e scarico tubi

Il carico, il trasporto e 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.

Nei cantieri dovrà predisporre quanto occorra (mezzi idonei e piani di appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare.

1.1.3 Accatamento tubi

L'accatamento 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 catoste 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 accatati 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 provvisorie.

1.1.4 Deposito giunti, guarnizioni e accessori

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 oli o grassi e non sottoposti a carichi.

1.1.5 Sfilamento tubi

I tubi dovranno essere sfilati lungo il tracciato seguendo i criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto evitando pertanto qualsiasi manovra di strisciamento.

Nel depositare i tubi sul ciglio dello scavo è necessario curare che gli stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

1.1.6 Posa in opera

Prima della posa in opera i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati; 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 soltanto 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, 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. La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

Ove si renda necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo reinterro 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 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 continuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti, secondo quanto precisato nel primo capoverso.

1.1.7 Giunzione tubi

Verificata pendenza ed allineamento si procederà alla giunzione dei tubi.

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.

1.1.8 Reinterro parziale

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al reinterro parziale dei tubi sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando scoperti i giunti.

Il reinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito, con le precauzioni di cui al punto 5.

Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore opportuno, accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Nei tubi di grande diametro, di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto del materiale di reinterro secondo le prove indicate nel capitolato speciale e le ulteriori prescrizioni del Direttore dei Lavori, tenuto conto che dovranno essere rispettati i limiti di deformazione previsti nel disciplinare di fornitura del Capitolato Speciale d'Appalto.

Ove occorra il rinfiacco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro.

Saranno in ogni caso osservate le normative UNI esistenti nonché le indicazioni del costruttore del tubo.

1.1.9 Prova idraulica

Ultimate le operazioni di giunzione dei tubi ed il rinfiacco, il tronco di condotta eseguito dovrà essere sottoposto a prova idraulica, con pressione, durata e modalità stabilite in progetto in funzione delle caratteristiche della condotta (tipo di tubo e giunto, pressione di esercizio, classi di impiego). Il Direttore dei Lavori potrà richiedere l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi.

Prima della prova dovrà accertarsi la stagionatura degli eventuali blocchi di ancoraggio e, se occorre, predisporre i contrasti necessari.

La prova, eseguita a giunti scoperti, sarà ritenuta d'esito positivo sulla scorta delle risultanze del grafico del manometro registratore ufficialmente tarato e dell'esame visivo dei giunti.

La prova idraulica verrà ripetuta dopo il reinterro definitivo indicato al successivo punto 1.1.10.

1.1.10 Reinterro definitivo

Eseguita la prova idraulica si procederà al primo reinterro dei tratti di condotta ancora scoperti con le modalità ed i materiali stabiliti al punto 1.1.9.

Si dovrà quindi eseguire il reinterro definitivo impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati e accuratamente compattati dopo aver eliminato le pietre di maggiori dimensioni. A reinterro ultimato si avrà cura di effettuare gli opportuni ricarichi laddove si potessero manifestare assestamenti.

SEZIONE 4: INTERVENTI DI INSERIMENTO A VERDE

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 Pali di sostegno, ancoraggi, e legature	5
1.2 Materiale vegetale.....	5
1.2.1 Esempari arborei.....	6
1.2.2 Arbusti e cespugli.....	7
1.2.3 Sementi	8
2. TECNICHE D’INTERVENTO.....	9
2.1 Pulizia generale del terreno.....	9
2.2 Ripristino della fertilità del suolo.....	9
3. OPERE PER LA PREPARAZIONE DEL TERRENO.....	10
3.1 Aratura	10
3.2 Erpicatura e fresatura	11
3.3 Concimazioni.....	11
3.4 Livellamento	12
3.5 Tracciamenti per la messa a dimora delle piante.....	12
4. MESSA A DIMORA DI ALBERI ED ARBUSTI.....	13
4.1 Epoca di messa a dimora	14
4.2 Preparazione di buche per piantagioni	14
4.3 Profondità dello strato di terreno per piantumazioni.....	15
4.4 Conguaglio, scarificazione e pulizia delle superfici.....	16
5. INERBIMENTI	16
5.1 Generalità	16
5.2 Modalità di semina	17
5.2.1 Semina a spaglio.....	17
5.2.2 Idrosemina	18
6. MANUTENZIONE DELLE OPERE A VERDE PER IL PERIODO DI GARANZIA.....	19
6.1 Prime cure manutentive dopo la semina	19

6.1.1	Risemina.....	20
6.1.2	Prima tosatura.....	20
6.2	Concimazioni.....	20
6.3	Irrigazioni di soccorso	20
6.4	Sarchiatura/zappettatura del terreno e rinalzo.....	21
6.5	Falciature	21
6.6	Decespugliamento	21
6.7	Sostituzione fallanze	21
6.8	Controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere	21
6.9	Controllo, risistemazione e riparazione degli ancoraggi, dischi pacciamanti, etc...	22
6.10	Garanzia per i tappeti erbosi	22

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 H₂O) 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 (dischi o quadrotti in materiale ligno - cellulosico biodegradabile, dimensioni minime cm 40 x 40) 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 Pali di sostegno, ancoraggi, e legature

Per fissare al suolo gli alberi e gli arbusti di rilevanti dimensioni, l'Impresa dovrà fornire pali di sostegno (tutori) adeguati per numero, diametro ed altezza alle dimensioni delle piante, su indicazione della D.L. I tutori dovranno essere di legno industrialmente preimpregnati di sostanze imputrescibili.

Analoghe caratteristiche di imputrescibilità dovranno avere anche i picchetti di legno per l'eventuale bloccaggio a terra dei tutori.

Qualora si dovessero presentare problemi di natura particolare (mancanza di spazio, esigenze estetiche, ecc.) i pali di sostegno, su autorizzazione della D.L., potranno essere sostituiti con ancoraggi in corda in acciaio muniti di tendifilo. Le legature dovranno render solidali le piante ai pali di sostegno e agli ancoraggi, pur consentendone l'eventuale assestamento; al fine di non provocare strozzature al tronco, dovranno essere realizzate per mezzo di collari speciali o di adatto materiale elastico (es. cinture di gomma, nastri di plastica, ecc.) oppure, in subordine, con corda di canapa (mai filo di ferro o altro materiale inestensibile). Per evitare danni alla corteccia, potrà poi essere necessario interporre, fra tutore e tronco, un cuscinetto antifrizione di adatto materiale.

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:

- ✓ Legge 22 maggio 1973, n 269 "Disciplina della produzione e del commercio di sementi e piante da rimboschimento";
- ✓ Direttiva 2000/29/CE del Consiglio dell'8 maggio 2000 e ss.mm.ii. concernente le misure di protezione contro l'introduzione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali e contro la loro diffusione nella Comunità;
- ✓ D.lgs. 386 del 10/11/2003 - Commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione;
- ✓ Direttiva 2002/89/CE del Consiglio del 28 novembre 2002 che modifica la direttiva 2000/29/CE concernente le misure di protezione contro l'introduzione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti;
- ✓ Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 214 e s.m.i. 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;
- ✓ Decreto del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali del 12 novembre 2009 - Determinazione dei requisiti di professionalità e della dotazione minima delle

attrezzature occorrenti per l'esercizio dell'attività di produzione, commercio e importazione di vegetali e prodotti vegetali;

- ✓ Decreto Legislativo n. 84 del 9 aprile 2012 - Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 214, recante attuazione della direttiva 2002/89/CE, concernente le misure di protezione contro l'introduzione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali e contro la loro diffusione nella Comunità, a norma dell'articolo 33 della legge 4 giugno 2010, n. 96;
- ✓ Sezione VIII *Nuove varietà vegetali* indicate nel D.Lgs. 10 febbraio 2005, n. 30;
- ✓ D.D. n. 459 del 21 giugno 2016 Determinazione Dirigenziale n. 459 del 21 giugno 2016, che approva le procedure per il rilascio dell'autorizzazione alla produzione, commercio e importazione di vegetali e prodotti vegetali, dell'iscrizione al Registro Ufficiale dei Produttori, dell'autorizzazione all'uso del passaporto delle piante, dell'accreditamento per la commercializzazione dei materiali di moltiplicazione di piante ornamentali, di piante orticole, di piante da frutto e di micelio fungino;
- ✓ REGOLAMENTO (UE) 2016/2031 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 26 ottobre 2016 relativo alle misure di protezione contro gli organismi nocivi per le piante, che modifica i regolamenti (UE) n. 228/2013, (UE) n. 652/2014 e (UE) n. 1143/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio e abroga le direttive 69/464/CEE, 74/647/CEE, 93/85/CEE, 98/57/CE, 2000/29/CE, 2006/91/CE e 2007/33/CE del Consiglio.

Dove richiesto dalle normative vigenti il materiale vegetale dovrà essere accompagnato dal:

- **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 e del **Regolamento (UE) 2016/2031**

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.

1.2.1 *Esemplari 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 le 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.

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...).

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 C.R.E.A. (Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria).

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 1 - Miscuglio di specie autoctone per l'inerbimento

Specie	
Graminacee	
<i>Lolium multiflorum</i>	20%
<i>Bromus erectus</i>	20%
<i>Festuca rubra</i>	20%
<i>Dactylis glomerata</i>	10%
Leguminose	
<i>Trifolium repens</i>	10%
<i>Trifolium pratense</i>	10%
<i>Lotus corniculatus</i>	10%
Totale	100%

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 dal 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* 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.
- le aree di stoccaggio temporaneo saranno individuate in siti idonei e distanti dai luoghi oggetto di lavorazioni che potrebbero indurre, anche accidentalmente, fenomeni di inquinamento della risorsa;
- la necessità di prevedere, se necessario, l'utilizzo di teli a protezione dei cumuli temporaneamente stoccati.

2) Per quanto riguarda il substrato scoticato, esso prima di poter accogliere la vegetazione d'impianto verrà pulito da materiali di risulta dei cantieri.

Preliminarmente alla stesura del terreno di scotico negli interventi di ripristino, sarà necessario intervenire con opportune lavorazioni del terreno; si procederà con una rippatura profonda nel caso di ripristino con interventi di rinaturalizzazione per poter favorire l'arieggiamento del terreno.

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.

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.

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 la 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.

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 formazione 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, con certificazione di origine del materiale da propagazione, nelle quantità al mq 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** da vivaio, con certificazione di origine del materiale da propagazione, utilizzando le specie indicate negli elaborati di progetto, in quantità per mq 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 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.

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.

Per la messa a dimora di siepi si procederà allo scavo continuo per una profondità di circa 40÷50 cm. o comunque proporzionato all'altezza delle essenze impiegate. Il materiale di risulta sarà posizionato ai bordi in modo da facilitare il successivo ed immediato rinterro delle specie arbustive.

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.

Se previsto dal progetto, le piante dovranno essere protette da eventuali stress idrici e dallo sviluppo di erbe infestanti per mezzo di **pacciami** (cippatura di ramaglia e di corteccia di conifere, biodischi, vermiculite, scaglie di pigna, ecc.).

4.1 Epoca di messa a dimora

La messa a dimora non dovrà essere eseguita in periodo di gelate né in periodi in cui la terra è imbibita d'acqua a causa di pioggia o del disgelo. La messa a dimora degli alberi ed arbusti si effettuerà in linea generale tra metà ottobre e metà marzo. Le piante allevate in contenitore potranno essere messe a dimora fino a maggio. Per le piante eccezionalmente messe a dimora a stagione avanzata, dovranno comunque essere previste cure particolari per assicurarne l'attecchimento.

4.2 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.

Una buona buca di impianto è a forma di disco, almeno tre volte più largo della larghezza della zolla ed appena più profondo dell'altezza della zolla stessa. Il terreno inferiore va smosso con una forca o con i denti dell'escavatore ma non rivoltato. Non mettere compost, concime o terricci organici nella parte inferiore della buca. I lati dovranno essere scarificati per consentire la penetrazione delle radici laterali. La forma della buca non deve mostrare lati regolari.

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.

4.3 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 delle 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.

4.4 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 del cotico erboso 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.

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 raccordo ferroviario.

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* 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 indicata negli elaborati di progetto, 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*

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 indicati negli elaborati di progetto, 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. 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 (1 volta l'anno);
- 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;
- 5) concimazioni di copertura;
- 6) controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere;
- 7) controllo, risistemazione e riparazione dei pali tutori e dei dischi pacciamanti;
- 8) rilievi botanici/naturalistici per determinare lo stato di ripresa della vegetazione spontanea.

La manutenzione delle opere dovrà avere inizio al collaudo parziale dei lavori e dovrà continuare per tutto il periodo concordato in anni 5.

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.

6.1 Prime cure manutentive dopo la semina

L'Appaltatore dovrà anche eseguire la prima rasatura e, se risulterà necessaria in base alle verifiche della Direzione Lavori, dovrà provvedere a sue spese alla risemina delle aree in cui il prato non si sia insediato ed alla eliminazione delle erbe infestanti presenti.

6.1.1 *Risemina*

E' un'operazione eseguita in modo simile alla rigenerazione, ma effettuata in modo molto più speditivo e per superfici limitate. Si tratta di eseguire leggere erpicature del terreno, anche col solo uso di rastrelli, distribuire il seme ed interrarlo.

Occorre dapprima eliminare la presenza delle infestanti. La quantità di seme da impiegare può essere leggermente inferiore a quella indicata per l'impianto del prato; la stagione più idonea è l'autunno.

6.1.2 *Prima tosatura*

La prima tosatura di un tappeto erboso appena seminato si può effettuare quando l'erba è arrivata ad una altezza di almeno 7-10 cm. tagliando con lame bene affilate solamente i primi 3-4 cm.

6.2 *Concimazioni*

Oltre alla concimazione di fondo l'Appaltatore dovrà poi effettuare anche le opportune concimazioni di copertura, impiegando concimi complessi a lenta cessione (titolo indicativo 18-24-12) tenendo comunque presente lo sviluppo della vegetazione.

I concimi usati dovranno venire trasportati in cantiere nella confezione originale della fabbrica e risultare a titolo ben definito.

Prima della esecuzione della concimazione l'Appaltatore è tenuto a darne tempestivo avviso alla D.LL. per eventuali controlli sulla qualità dei prodotti.

Lo spandimento dei concimi dovrà essere effettuato in modo da garantire la maggiore uniformità della distribuzione. Il tipo di concime e/o le modalità di applicazione devono essere tali da escludere la possibilità di danneggiare la vegetazione.

6.3 *Irrigazioni di soccorso*

L'Impresa è tenuta ad irrigare tutte 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, 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.

Per i prati la somministrazione dell'acqua che dovrà avvenire lentamente in modo da garantire l'umidificazione della superficie e con un apporto medio di 5-7 litri/mq (equivalente a 5-7 mm. di altezza) al giorno, in funzione della natura del terreno e delle condizioni climatiche, finché il prato non è cresciuto. L'acqua deve essere distribuita in gocce il più possibile piccole.

Per gli arbusti 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 arbusto e 60-70 litri/mq per albero.

6.4 Sarchiatura/zappettatura del terreno e rinalzo

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 rinalzo 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.

6.5 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.

6.6 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.

6.7 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.

6.8 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.

6.9 Controllo, risistemazione e riparazione degli ancoraggi, dischi pacciamanti, etc.

L'Impresa è tenuta a ripristinare gli ancoraggi, i dischi pacciamanti delle piante 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.

6.10 Garanzia per i tappeti erbosi

L'Appaltatore si impegna a realizzare tappeti erbosi rispondenti alle caratteristiche previste dal progetto e a garantirne la conformità al momento dell'ultimazione dei lavori.

Il grado di copertura dopo 60 giorni dalla semina non dovrà risultare inferiore al 90 % e la presenza di erbe infestanti non dovrà superare il 5 % (rilevato a campione). La presenza in superficie di pietre aventi almeno una dimensione superiore ai 10 centimetri non verrà tollerata; la presenza di pietre di dimensioni comprese fra i 10 ed i 5 centimetri verrà tollerata nella misura in cui essa non ecceda il 5 %.

SEZIONE 5: TOPOGRAFIA E TRACCIAMENTI

SOMMAIRE / INDICE

1	DEFINIZIONI	4
2	PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI	4
2.1	Prescrizioni tecniche particolari	4
3	MATERIALE E STRUMENTAZIONE.....	5
3.1	Vertici.....	5
3.2	Poligonal di precisione.....	5
3.3	Poligonal secondarie.....	5
3.4	Livellazioni di precisione.....	5
3.5	Livellazioni tecniche.....	6
3.6	Rilievi planoaltimetrici	6
3.7	Tracciamenti planoaltimetrici.....	6
4	MODALITÀ DI ESECUZIONE.....	6
4.1	Vertici.....	6
4.2	Poligonal di precisione.....	7
4.2.1	Scelta dei vertici di partenza e controllo della conformità degli stessi	7
4.2.2	Posizionamento e materializzazione dei nuovi vertici.....	7
4.2.3	Azimut di direzione e orientamento iniziale.....	7
4.2.4	Modalità di lettura strumentale e tolleranze	7
4.2.5	Registrazioni delle misure	8
4.2.6	Compensazione ed elaborazione dati.....	8
4.2.7	Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi.....	8
4.2.8	Elaborati poligonal di precisione.....	8
4.3	Poligonal secondarie.....	8
4.3.1	Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi	8
4.3.2	Posizionamento e materializzazione dei nuovi capisaldi.....	9
4.3.3	Azimut di direzione e orientamento iniziale.....	9
4.3.4	Modalità di lettura strumentale e tolleranze	9
4.3.5	Registrazioni delle misure	9
4.3.6	Compensazione ed elaborazione dati.....	10
4.3.7	Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi.....	10
4.3.8	Elaborati poligonal secondarie.....	10
4.4	Livellazioni di precisione	10
4.4.1	Scelta dei capisaldi di partenza e controllo conformità degli stessi.....	10
4.4.2	Posizionamento e materializzazione dei nuovi capisaldi.....	10
4.4.3	Modalità di lettura strumentale e tolleranza	11
4.4.4	Registrazione delle misure.....	11
4.4.5	Compensazione ed elaborazione dati.....	11
4.4.6	Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi.....	11
4.4.7	Elaborati livellazioni di precisione.....	12
4.5	Livellazioni tecniche.....	12
4.5.1	Scelta dei capisaldi di partenza e controllo conformità degli stessi.....	12
4.5.2	Posizionamento e materializzazione dei nuovi capisaldi.....	12
4.5.3	Modalità di lettura strumentale e tolleranze	12

4.5.4	Registrazione delle misure	12
4.5.5	Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi.....	12
4.5.6	Elaborati livellazioni tecniche	13
4.6	Rilievi planoaltimetrici	13
4.6.1	Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi	13
4.6.2	Orientamento iniziale	13
4.6.3	Modalità di lettura strumentale e tolleranze, registrazione delle misure, elaborazione dati	13
4.6.4	Elaborati rilievi planoaltimetrici.....	14
4.7	Tracciamenti planoaltimetrici.....	15
4.7.1	Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi	15
4.7.2	Orientamento iniziale	15
4.7.3	Calcolo dei valori di tracciamento	15
4.7.4	Modalità di tracciamento e tolleranze	15
4.7.5	Elaborati tracciati planoaltimetrici	15
4.7.6	Squadra topografica.....	16

1 Definizioni

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

- 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.

2 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'Appaltatore è obbligato ad eseguire la picchettatura 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.

2.1 Prescrizioni tecniche particolari

Sarà cura dell'Appaltatore 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'Appaltatore è obbligato a recepire la livellazione base assunta dal progetto.

Sarà cura dell'Appaltatore 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'Appaltatore) di qualsiasi natura, il reticolo (o singoli capisaldi) risultassero manomessi, sarà cura dell'Appaltatore provvedere ai necessari ripristini.

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

Sarà cura dell'Appaltatore, ove richiesto, mettere a disposizione della Direzione Lavori 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'Appaltatore che dovrà, comunque, dimostrare la correttezza a semplice richiesta della Direzione Lavori.

3 Materiale e strumentazione

Tutta la strumentazione deve essere verificata prima dell'inizio delle operazioni di tracciamento. La Direzione Lavori si riserva di chiedere all'Appaltatore 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.

3.1 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).

3.2 Poligonal 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 $\pm 3 + 2 \text{ pmm}$. 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'Appaltatore 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.

3.3 Poligonal 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 $\pm 5 + 5 \text{ ppm}$ 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'Appaltatore 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.

3.4 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'Appaltatore 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.

3.5 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.

3.6 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.

3.7 Tracciamenti planoaltimetrici

Vale quanto riportato al paragrafo "4.2 Poligonali di precisione".

4 Modalità di esecuzione

4.1 Vertici

È obbligo dell'Appaltatore 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.

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 uno schizzo planimetrico con almeno tre distanze da punti particolari ben riconoscibili sul territorio.

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

4.2 Poligonali di precisione

4.2.1 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.

4.2.2 Posizionamento e materializzazione dei nuovi vertici

La materializzazione dei vertici della rete di raffittimento delle poligonali 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.

4.2.3 Azimut di direzione e orientamento iniziale

Ove possibile, per il vertice iniziale e quello finale della poligonale verrà calcolato l'azimut di direzione ad almeno tre, e comunque non meno di due vertici della rete di raffittimento. 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.

4.2.4 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.

4.2.5 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'Appaltatore 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'Appaltatore 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'Appaltatore alla Direzione Lavori.

4.2.6 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.

4.2.7 Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi

Per la poligonale di precisione è necessario che l'Appaltatore 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.

4.2.8 Elaborati poligonali di precisione

Per le varie attività verrà predisposta dall'Appaltatore (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 files di campagna
- calcolo dell'orientamento iniziale e della compensazione
- riepilogo delle coordinate risultanti per i capisaldi.

4.3 Poligonali secondarie

4.3.1 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.

4.3.2 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.

4.3.3 Azimut di direzione e orientamento iniziale

Ove possibile, per il vertice iniziale e quello finale della poligonale verrà calcolato l'azimut di direzione ad almeno tre, e comunque a non meno di due, vertici della rete di raffittimento. 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.

4.3.4 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 $\Delta\alpha = 0,0020 \times \sqrt{n}$ dove n è il numero dei vertici della poligonale;
- Tolleranza lineare $\Delta L = 0,015 \times \sqrt{\sum l} \text{ (Km)} + 0,005 \times n + 0,005 \times \sum l \text{ (km)}$ 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.

4.3.5 Registrazioni delle misure

Vale quanto riportato al par. 4.2.5

4.3.6 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.

4.3.7 Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi

Per i vertici delle poligonalie secondarie se necessario l'Appaltatore 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.

4.3.8 Elaborati poligonalie secondarie

Per le varie attività verrà predisposta dall'Appaltatore (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 files di campagna
- calcolo dell'orientamento iniziale e della compensazione
- riepilogo delle coordinate risultanti per i capisaldi.

4.4 Livellazioni di precisione

4.4.1 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.

4.4.2 Posizionamento e materializzazione dei nuovi capisaldi

La materializzazione dei capisaldi della livellazione verrà realizzata mediante pilastrini 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 pilastrini 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.

4.4.3 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.

4.4.4 Registrazione delle misure

Vale quanto riportato al par. 4.2.5

4.4.5 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.

4.4.6 Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi

Per la livellazione di precisione l'Appaltatore 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.

Invece per i capisaldi all'interno delle gallerie:

- distanza progressiva

- schizzo planimetrico descrittivo.

4.4.7 Elaborati livellazioni di precisione

Per le varie attività verrà predisposta dall'Appaltatore (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 files di campagna
- calcolo della compensazione
- riepilogo delle coordinate risultanti per i capisaldi.

4.5 Livellazioni tecniche

4.5.1 Scelta dei capisaldi di partenza e controllo conformità degli stessi

Vale quanto riportato al par. 4.2.1.

4.5.2 Posizionamento e materializzazione dei nuovi capisaldi

Vale quanto riportato al par. 4.2.2.

4.5.3 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 comune nota.

Le distanze tra strumento e stadi 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 $mm \pm 18 \sqrt{D}$ 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 $mm \pm 13 \sqrt{D}$. 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.

4.5.4 Registrazione delle misure

Vale quanto riportato al par. 4.2.5

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

4.5.5 Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi

Per la livellazione tecnica sarà necessario che l'Appaltatore 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.

4.5.6 Elaborati livellazioni tecniche

Per le varie attività verrà predisposta dall'Appaltatore (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 files di campagna
- calcolo della compensazione
- riepilogo delle coordinate risultanti per i capisaldi.

4.6 Rilievi planoaltimetrici

4.6.1 Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi

Vale quanto riportato al par. 4.2.1.

4.6.2 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.

4.6.3 Modalità di lettura strumentale e tolleranze, registrazione delle misure, elaborazione dati

a) 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, nelle aree ad uso della linea metropolitana vanno rilevati tutti i punti idonei a definire l'andamento degli assi dei binari 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.

b) 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.

c) Tolleranze ed elaborazione dati

Per i punti del terreno rilevati sono stabilite le seguenti tolleranze:

- 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
- 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 files di rilievo e restituzione cartografica sarà conforme a quanto indicato dalla Direzione Lavori.

4.6.4 Elaborati rilievi planoaltimetrici

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

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

4.7 Tracciamenti planoaltimetrici

4.7.1 Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi

Vale quanto riportato al paragrafo 4.1

4.7.2 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.

4.7.3 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.

4.7.4 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.

4.7.5 Elaborati tracciati planoaltimetrici

Per le varie attività verrà predisposta dall'Appaltatore (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).

4.7.6 Squadra topografica

Il responsabile rilievi dell'Appaltatore, qualificato come Topografo Senior, si avvarrà della collaborazione di altri Topografi Senior o Junior o Canneggiatori 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 Canneggiatori, che dovranno essere messi a disposizione della Direzione Lavori, anche senza preavviso, per ogni operazione di controllo si rendesse necessaria.

SEZIONE 6: MOVIMENTI TERRA

SOMMAIRE / INDICE

1	DEFINIZIONI	3
2	NORME DI MISURAZIONE.....	3
3	PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI	3
4	PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI	5
4.1	Diserbamento e scoticamento	5
4.2	Scavi	5
4.2.1	Prescrizioni per gli scavi	5
4.3	Rinterri	7
4.4	Rilevati stradali	8
4.4.1	Formazione dei piani di posa dei rilevati	8
4.4.2	Formazione dei piani di posa delle fondazioni stradali in trincea	9
4.4.3	Formazione dei rilevati	9
4.5	Rilevati ferroviari	12
5	CONTROLLI DI QUALITÀ.....	12
5.1	Generalità	12
5.2	Controlli di qualità per gli scavi.....	12
5.2.1	Campo di applicazione	12
5.2.2	Documenti di riferimento	12
5.3	Scavi a mano o a macchina.....	12
5.4	Sostegno pareti di scavo	13
5.5	Controlli di qualità per i rinterri.....	13
5.5.1	Campo di applicazione	13
5.5.2	Documenti di riferimento	13
5.5.3	Controlli sui materiali.....	13
5.5.4	Controlli in corso d'opera.....	14
5.6	Controlli di qualità per i rilevati	14
5.6.1	Campo di applicazione	14
5.6.2	Documenti di riferimento	14
5.6.3	Materiali per la formazione del rilevato	15
5.6.4	Rilevati stradali.....	15
5.7	Formazione dei rilevati	18
5.7.1	Rilevati ferroviari.....	18
5.7.2	Rilevati in prossimità di opere d'arte.....	18
5.7.3	Rilevati stradali.....	19
5.8	Sezioni in trincea.....	21

1 Definizioni

I movimenti di terra comprendono le seguenti categorie di lavoro:

- diserbamento, scoticamento;
- scavi;
- rinterrì;
- rilevati.

Nei paragrafi seguenti sono definite le prescrizioni relative a ciascuna categoria di lavoro nonché le prescrizioni ed oneri di carattere generale ed i controlli da eseguire.

2 Norme di misurazione

La misurazione dei movimenti di terra ai fini di applicazione delle corrispondenti voci di prezzo è eseguita a metro cubo in banco di terra scavata e secondo il progetto.

Nei prezzi di realizzazione dei movimenti di terra si intendono compensati tutti gli oneri principali ed accessori quali:

- la predisposizione dei luoghi di lavoro;
- l'esecuzione dello scavo (sia esso di sbancamento, di splateamento, in trincea o per pozzi, a sezione quadrata o circolare, ecc.);
- il trasporto a discarica dei materiali di risulta con mezzi idonei;
- il rinterro con misto di cava o di fine ghiaia naturale di cava o ancora con materiali di scavo preesistenti;
- la formazione dei rilevati;
- la rimozione e l'allontanamento di manufatti o tubazioni, anche in acciaio o parti di esse, per i quali non poteva essere definita esattamente la posizione.

Gli scavi si intendono da eseguire in materia di qualunque natura e consistenza. Gli sbadacchiamenti e l'eventuale armatura, anche se persa, sono già compensati nei prezzi degli stessi. I trasporti sono complessivi delle operazioni di carico, scarico e spianamento. Qualora il materiale debba essere semplicemente depositato ai lati dello scavo e successivamente rinterrato, il relativo scavo verrà considerato con trasporto e spianamento in cantiere, anche se per la parte eccedente necessita di trasporto e spianamento presso gli scarichi pubblici. Nel caso di scavi eseguiti con mezzi meccanici non sarà corrisposto nessun sovrapprezzo qualora si incontrino blocchi di muratura o simili non richiedenti, per la loro rimozione, l'uso di martelli demolitori in luogo della scavatrice. Se lo scavo verrà eseguito in locali scantinati la profondità verrà computata a partire dal piano medio marciapiede.

In conseguenza del calcolo del prezzo convenzionale dei materiali provenienti dagli scavi da dedurre dall'importo dei lavori, considerata la tabella di calcolo con la quale si determina il detto valore al metro cubo, il materiale stesso viene definito, ai sensi del presente Capitolato, a valore nullo e quindi va considerato nella disponibilità dell'Appaltatore.

3 Prescrizioni ed oneri generali

- a. Le operazioni di movimenti terra saranno pagate secondo contratto. Tutti gli oneri qui descritti sono compresi nei prezzi offerti per l'esecuzione del contratto.
- b. Sarà cura ed onere dell'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, esperire una campagna di indagini allo scopo di fornire alla Direzione Lavori una 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.

- c. Quanto sopra si intende valido anche per i materiali provenienti dagli scavi, che, effettuati i necessari controlli ed accettazione indicati dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore ritenesse conveniente utilizzare.
- d. La provenienza ed il tipo di materiale da utilizzare dovranno essere preventivamente comunicati alla Direzione Lavori; in ogni caso dovrà essere utilizzato materiale del gruppo A3 con coefficiente di disuniformità inferiore a 7.
- e. Sarà cura dell'Appaltatore effettuare le prove in sito e di laboratorio per accertare la buona esecuzione del lavoro.
- f. Sarà cura dell'Appaltatore provvedere all'aerazione ed alla fornitura dell'acqua necessaria per ottenere l'umidificazione ottimale, ai fini della compattazione, dei materiali utilizzati per rinterri ed i rilevati.
- g. 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.
- h. A ridosso dei manufatti l'Appaltatore 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.
- i. Sarà cura dell'Appaltatore provvedere al controllo e al contenimento di acque di falda e superficiali, provvedendo alla costruzione oltre alle opere di drenaggio definitive previste in progetto, alla realizzazione di tutte le opere provvisorie (well-point, palancolate, deviazioni, aggettamenti, etc.) atte a garantire la qualità del lavoro da eseguire. L'Appaltatore provvederà altresì a togliere ogni impedimento che si opponesse al regolare deflusso delle acque e ogni causa di rigurgito, anche ricorrendo all'apertura di canali fucatori. In prossimità del ciglio delle trincee la superficie del suolo deve essere preparata in modo da impedire che le acque vengano a cadere lungo le scarpate, anche in fase di costruzione. Pertanto l'Appaltatore è tenuto a scavare nel terreno naturale, a quella distanza dal ciglio che verrà fissata dalla Direzione Lavori, apposito fosso di guardia delle dimensioni che verranno stabilite di volta in volta in relazione alle condizioni locali, con pendenza conveniente, allontanando adeguatamente dal ciglio a monte del fosso la terra di risulta.
- j. Sarà cura dell'Appaltatore provvedere alla fornitura ed al trasporto dei materiali provenienti da cave di prestito, così come al trasporto di quelli provenienti dagli scavi.
- k. Sarà cura dell'Appaltatore 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.
- l. Sarà onere dell'Appaltatore portare a discarica 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. Nella scelta della discarica si dovrà tener conto che alcuni materiali potranno essere misti al fango bentonitico utilizzato per stabilizzare le pareti dei diaframmi; inoltre, se tali materiali verranno trasportati uniti, e quindi scaricati dalla benna direttamente su camion, questi dovranno disporre di cassoni a tenuta stagna.

- m. Le stesse disposizioni valgono anche per i materiali di risulta delle lavorazioni di pali, micropali e jet-grouting.
- n. Sarà cura dell'Appaltatore, 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 trovano prima della effettuazione dei lavori.
- o. Sarà cura dell'Appaltatore 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'Appaltatore e di garantire costantemente la percorribilità delle strade anche in relazione agli aspetti concernenti la sicurezza.
- p. Oltre a ciò l'Appaltatore è tenuto a sottoporre i mezzi gommati che lasciano le installazioni di cantiere ad opportuno lavaggio delle ruote attraverso vasche.

4 Prescrizioni tecniche particolari

4.1 Diserbamento e scoticamento

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale, di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua.

Nella esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto segue:

- a. il diserbamento e lo scoticamento del terreno dovranno essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o rilevato;
- b. tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno;
- c. il materiale scavato e non riutilizzato per il progetto dovrà essere trasportato a discarica a cura ed onere dell'Appaltatore.

4.2 Scavi

4.2.1 Prescrizioni per gli scavi

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano o con mezzi meccanici, secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione Lavori.

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

- a) Rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisoriale secondo quote e pendenze di progetto. Se il fondo degli scavi risultasse smosso, l'Appaltatore o compatterà detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima densità secca ottenibile in laboratorio (Proctor Modificata), o sostituirà il terreno smosso, con materiale idoneo o con calcestruzzo magro.
- b) Segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della Direzione Lavori, prima di procedere a fasi di lavoro successive o ricoprimenti; nel caso in cui questa prassi non venisse rispettata la Direzione Lavori potrà richiedere all'Appaltatore di mettere 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 effettuazione di prove ed analisi.

- e) Provvedere al carico, trasporto e scarico del materiale proveniente dagli scavi che l'Appaltatore intendesse riutilizzare, purché idoneo. È inteso incluso anche l'eventuale onere per il reperimento di idonee aree di stoccaggio, il deposito ordinato e la ripresa dei materiali. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche e private, nonché al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie. La Direzione Lavori potrà fare asportare a spese dell'Appaltatore le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.
- f) Recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna nelle aree di scavo.
- g) Sottrarre alla viabilità il minor spazio possibile e adottare i provvedimenti necessari a rendere sicuro il transito dei veicoli e dei pedoni.
- h) Redigere lo stato di consistenza degli edifici, qualora gli scavi abbiano sviluppo lungo strade fabbricate, con attento esame delle fondazioni degli edifici antistanti per accertare natura, consistenza e profondità delle fondazioni stesse; qualora qualche fabbricato presenti lesioni, o induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'Appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le proprietà interessate, corredandolo di idonea documentazione fotografica ed istallando, all'occorrenza idonee spie.
- i) Nel caso in cui le canalizzazioni intersechino altri servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, cavi telefonici, manufatti in genere, ecc.) saranno a carico dell'Amministrazione Appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti dei suddetti servizi che, a giudizio della Direzione Lavori, risultassero strettamente indispensabili, mentre tutti gli oneri che Appaltatore dovrà sostenere per le maggiori difficoltà derivanti ai lavori a causa di tali servizi si intendono già remunerati dai prezzi di elenco.
- j) Provvedere al contenimento delle pareti degli scavi in accordo a quanto prescritto dai documenti di progetto, ed in conformità alle norme di sicurezza per garantire la stabilità degli scavi stessi, dei manufatti e fabbricati eventualmente in adiacenza.
- k) Adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione, etc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrato di qualsiasi natura; inclusa, ove necessario la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o temporaneamente deviate.

Gli scavi di fondazione per la posa di tubazioni non dovranno presentare, alle pareti, blocchi sporgenti o pietre pericolanti; dovranno avere il piano d'appoggio dei tubi regolarmente spianato con eliminazione di ogni sporgenza e rialzo, ma non con ricolmo delle depressioni, e perciò la profondità effettiva degli scavi potrà essere maggiore di quella indicata nei profili senza che l'Appaltatore possa pretendere speciali compensi. Nel paleggiamento delle materie fuori dagli scavi si dovranno tenere separate quelle terrose, sciolte e fini da quelle grosse e da quelle vegetali, per potere eseguire a regola d'arte i successivi rinterri. Le armature permanenti degli scavi verranno installate, di norma, ove indicato nei disegni di progetto o ordinate dalla Direzione Lavori e saranno realizzate mediante:

- calcestruzzo spruzzato armato con rete metallica elettrosaldata a maglia quadrata;
- rete metallica zincata o zincata-plastificata a maglia esagonale.

L'Appaltatore potrà proporre l'installazione di armature a protezioni permanenti qualora le ritenga necessarie per la stabilità degli scavi e per evitare eventuali danni a persone o cose. In questo caso l'Appaltatore, per ottenere il pagamento della armatura prescelta, dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori il tipo ed il numero delle

armature. Malgrado tale approvazione l'Appaltatore resta il solo ed unico responsabile circa la piena efficienza e funzionalità della armatura adottata a sostegno degli scavi.

- l) Adottare tutte le cautele necessarie nel caso del rinvenimento di antichi canali sotterranei: tutti gli oneri legati alle opere inerenti al caso saranno a carico dell'Appaltatore.

4.3 Rinterri

Per rinterri si intendono:

- la bonifica di zone di terreno non adeguato, al disotto del piano di posa di manufatti e rilevati, effettuata mediante sostituzione dei terreni esistenti con materiale idoneo;
- il riempimento di scavi relativi a fondazioni, trincee, cunicoli, pozzetti, etc. eseguito in presenza di manufatti;
- la sistemazione superficiale eseguita con o senza apporto di materiale.

Nella effettuazione dei rinterri l'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti prescrizioni ed oneri:

- a) La bonifica del terreno dovrà essere eseguita, oltre quanto previsto dal progetto, ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare delle zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto.
- b) Se il terreno in sito risultasse altamente compressibile, non compatibile, dotato di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, esso dovrà essere sostituito con materiale appartenente ai gruppi (CNR-UNI 10006):
A1, A2, A3 se proveniente da cave di prestito;
A1, A2, A3, A4 se proveniente dagli scavi.
- c) Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm, (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della densità secca (Proctor Modificato).
- d) Per il materiale dei gruppi A2 ed A4 gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto).
- e) Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'Appaltatore dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere 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 ed A3 (UNI-CNR 10006).
- f) Per i rinterri da addossare alle murature si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, opportunamente compattate, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in genere, di tutte quelle che, con l'assorbimento di acqua, si rammoliscono e si gonfiano generando spinte sulle murature. È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.
- g) Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrate e cavi elettrici sarà effettuato con materiali sabbiosi (o comunque con materiali che durante l'operazione di rinterro non danneggino dette installazioni).
In linea di massima i materiali da utilizzare in detti rinterri saranno specificati sui disegni costruttivi prodotti dall'Appaltatore.
- h) La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali idonei sia provenienti dagli scavi che di fornitura dell'Appaltatore, e dovrà essere effettuata con spandimento a strati procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto.

4.4 Rilevati stradali

4.4.1 Formazione dei piani di posa dei rilevati

I piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od opportunamente gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione Lavori in relazione alle pendenze dei siti d'impianto.

I piani suddetti saranno stabiliti di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna e saranno ottenuti praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di capacità portante.

Quando alla suddetta quota si rinverranno terreni appartenenti ai gruppi A₁, A₂, A₃ (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a cm 30, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima Proctor modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire la compattazione.

Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna appartengano ai gruppi A₄, A₅, A₆, A₇ (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006/1963), la Direzione Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi per sostituire i materiali in loco con materiale per la formazione dei rilevati appartenente ai gruppi A₁ e A₃.

Tale materiale dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima Proctor modificata.

La terra vegetale risultante dagli scavi potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate se ordinato dalla Direzione Lavori

È categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costituzione dei rilevati.

Circa i mezzi costipanti e l'uso di essi si fa riferimento a quanto specificato nei riguardi del costipamento dei rilevati.

Nei terreni in sito particolarmente sensibili all'azione delle acque, occorrerà tener conto dell'altezza di falda delle acque sotterranee e predisporre, per livelli di falda molto superficiali, opportuni drenaggi; questa lavorazione verrà compensata con i relativi prezzi di elenco.

Per terreni di natura torbosa o comunque ogni qualvolta la Direzione Lavori non ritenga le precedenti lavorazioni atte a costituire un idoneo piano di posa per i rilevati, la Direzione Lavori stessa ordinerà tutti quegli interventi che a suo giudizio saranno ritenuti adatti allo scopo, i quali saranno eseguiti dall'Appaltatore a misura in base ai prezzi di elenco.

Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione dei piani di posa dei rilevati su terreni naturali.

In caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla gradonatura di esse mediante la formazione di gradoni di altezza non inferiore a cm 50, previa rimozione della cotica erbosa che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate quando ordinato dalla Direzione Lavori, portando il sovrappiù a discarica a cura e spese dell'Appaltatore.

Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della cotica sarà accantonato, se idoneo, o portato a rifiuto, se inutilizzabile.

Si procederà quindi al riempimento dei gradoni con il predetto materiale scavato ed accantonato, se idoneo, o con altro idoneo delle stesse caratteristiche richieste per i materiali dei rilevati con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione.

Comunque, la Direzione Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressibilità ME determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317). Il valore di ME misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,05 e 0,15 N/mm², non dovrà essere inferiore a 15 N/mm².

4.4.2 Formazione dei piani di posa delle fondazioni stradali in trincea

Anche nei tratti in trincea, dopo aver effettuato lo scavo del cassonetto si dovrà provvedere alla preparazione del piano di posa della sovrastruttura stradale, che verrà eseguita, a seconda della natura del terreno, in base alle seguenti lavorazioni:

- a) quando il terreno appartiene ai gruppi A₁, A₂, A₃ (classifica C.N.R. -U.N.I. 10006) si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 95% della densità di riferimento, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto;
- b) quando il terreno appartiene ai gruppi A₄, A₅, A₆, A₇, A₈ (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) la Direzione dei Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una profondità al di sotto del piano di cassonetto, che verrà stabilita secondo i casi, mediante apposito ordine di servizio dalla Direzione Lavori

Per la preparazione del piano di posa si dovrà raggiungere una densità secca almeno del 95% di quella di riferimento per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto.

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà controllato dalla Direzione dei Lavori mediante la misurazione del modulo di compressibilità M_E il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore a 50 N/mm².

4.4.3 Formazione dei rilevati

I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto, ma non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale.

Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria appartenenti ad uno dei seguenti gruppi A₁, A₂, A₃ della classifica C.N.R.-U.N.I. 10006/1963, con l'avvertenza che l'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale, per uno spessore non inferiore a m 2 costipato, dovrà essere costituito da terre dei gruppi A₁, A₂₋₄, A₂₋₅ A₃ se reperibili negli scavi; altrimenti deciderà la Direzione Lavori se ordinare l'esecuzione di tale ultimo strato con materiale di altri gruppi provenienti dagli scavi o con materie dei predetti gruppi A₁, A₂₋₄, A₂₋₅ A₃ da prelevarsi in cava di prestito. Per quanto riguarda le materie del gruppo A₄ provenienti dagli scavi, la Direzione Lavori prima dell'impiego potrà ordinarne l'eventuale correzione.

Per quanto riguarda il materiale proveniente da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A₄, A₅, A₆, A₇ si esaminerà di volta in volta l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione.

I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione Lavori solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

Le materie di scavo, provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati o riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede stradale, a debita distanza dai cigli, e sistemate convenientemente, restando a carico dell'Appaltatore ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito ed il rilascio delle autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio.

Fintanto che non siano state esaurite per la formazione dei rilevati tutte le disponibilità dei materiali idonei provenienti dagli scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria, le eventuali cave di prestito che l'Appaltatore volesse aprire, ad esempio per economia di trasporti, saranno a suo totale carico. L'Appaltatore non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco per la formazione di rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi di trincea, opere d'arte ed annessi stradali, qualora, pure essendoci disponibilità ed idoneità di queste materie scavate, ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, di ricorrere, in tutto o in parte, a cave di prestito.

Qualora una volta esauriti i materiali provenienti dagli scavi ritenuti idonei in base a quanto sopra detto, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Appaltatore potrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione Lavori

È fatto obbligo all'Appaltatore di indicare le cave, dalle quali intende prelevare i materiali costituenti i rilevati, alla Direzione Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali presso Laboratori ufficiali ma sempre a spese dell'Appaltatore.

Solo dopo che vi sarà l'assenso della Direzione Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Appaltatore è autorizzato a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato. L'accettazione della cava da parte della Direzione Lavori non esime l'Appaltatore dall'assoggettarsi in ogni periodo di tempo all'esame dei materiali cavati, le cui caratteristiche dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione e pertanto, ove la cava in seguito non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione, essa non potrà più essere coltivata.

Per quanto riguarda le cave di prestito l'Appaltatore, dopo aver ottenuto la necessaria autorizzazione da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio, è tenuto a corrispondere le relative indennità ai proprietari di tali cave e a provvedere a proprie spese al sicuro e facile deflusso delle acque che si raccogliessero nelle cave stesse, evitando nocivi ristagni e danni alle proprietà circostanti e sistemando convenientemente le relative scarpate, in osservanza anche di quanto è prescritto dall'art. 202 del T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n. 1265 e dalle successive modifiche; dal T.U. delle leggi sulla bonifica dei terreni paludosi 30 dicembre 1923, n. 3267, successivamente assorbito dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale approvato con R.D. 13 febbraio 1933, n. 215 e successive modifiche.

Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm 50.

Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca Proctor modificata non inferiore al 90% negli strati inferiori ed al 95% in quello superiore (ultimi 30 cm).

Inoltre per tale ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di compressibilità M_E definito dalle Norme Svizzere (SNV 670317), il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di

carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mmq, non dovrà essere inferiore a 50 N/mmq.

Ogni strato sarà costipato alla densità sopra specificata procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido, oppure al suo inaffiamento, se troppo secco, in modo da conseguire una umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro.

L'Appaltatore non potrà procedere alla stesa degli strati successivi senza la preventiva approvazione della Direzione Lavori

Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita così da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti.

Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Appaltatore ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, un genere di energia costipante tale da assicurare il raggiungimento delle densità prescritte e previste per ogni singola categoria di lavoro.

Pur lasciando libera la scelta del mezzo di costipamento da usare, si prescrive per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi A₁, A₂, A₃ un costipamento a carico dinamico-sinusoidale e per terreni di rilevati riportabili ai gruppi A₄, A₅, A₆, A₇ un costipamento mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati.

In particolare, in adiacenza dei manufatti, che di norma saranno costruiti prima della formazione dei rilevati, i materiali del rilevato dovranno essere del tipo A₁, A₂, A₃ e costipati con energia dinamica di impatto.

La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante mescolazione in sito del legante in ragione di 25 ÷ 50 Kg per mc di materiale compattato.

Il materiale dei rilevati potrà essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche siano tali, a giudizio della Direzione Lavori, da non pregiudicare la buona riuscita del lavoro.

L'inclinazione da dare alle scarpate sarà quella di cui alle sezioni di norma allegate al progetto. Man mano che si procede alla formazione dei rilevati, le relative scarpate saranno rivestite con materiale ricco di humus dello spessore non superiore a cm 30 proveniente o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi, o da cave di prestito, ed il rivestimento dovrà essere eseguito a cordoli orizzontali e da costiparsi con mezzi idonei in modo da assicurare una superficie regolare.

Inoltre le scarpate saranno perfettamente configurate e regolarizzate procedendo altresì alla perfetta profilatura dei cigli.

Se nei rilevati avvenissero dei cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarica, rinnovando, ove occorre, anche la sovrastruttura stradale.

Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere solo dei tipi A₆, A₇. Restano ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

In alcuni casi la Direzione Lavori potrà, al fine di migliorare la stabilità del corpo stradale, ordinare la fornitura e la posa in opera di teli "geotessili" in strisce contigue opportunamente

sovrapposte nei bordi per almeno cm 40. La resistenza a trazione del telo non dovrà essere inferiore a 1200 N/5 cm.

Per la realizzazione di rilevati stradali al di sopra di gallerie artificiali si dovrà aver cura, oltre che del rispetto di tutti i punti precedenti, anche di non danneggiare l'impermeabilizzazione posta a rivestimento del solettone di copertura.

4.5 Rilevati ferroviari

Tutti i rilevati, sia che si impostino sul piano di campagna o che si addossino a rilevati esistenti, dovranno essere eseguiti secondo quanto riportato nella versione più recente della specifica tecnica RFI -Sezione V Movimenti terra sia per le tratte a raso che in trincea.

5 Controlli di qualità

5.1 Generalità

L'Appaltatore non è tenuto a redigere il documento: "PIANO DI QUALITÀ DI COSTRUZIONE E INSTALLAZIONE – "MOVIMENTI DI TERRA".

Si evidenzia comunque che a carico dell'Appaltatore medesimo permangono gli obblighi descritti nei capitoli precedenti della presente Sezione di CSA nonché quanto di seguito descritto.

5.2 Controlli di qualità per gli scavi

5.2.1 Campo di applicazione

La presente specifica si applica a tutti i tipi di scavo definiti in contratto.

5.2.2 Documenti di riferimento

La presente specifica fa riferimento alla documentazione di tipo contrattuale, a tutta la documentazione di progetto ossia disegni, specifiche tecniche, ecc. e alla Normativa vigente in materia di:

- impiego di esplosivi
- trasporto e smaltimento di rifiuti

5.3 Scavi a mano o a macchina

Dovranno essere effettuati i controlli di seguito specificati.

a) qualità del fondo scavo per verificare se lo stesso è smosso.

Questo controllo sarà di tipo visivo e sarà comunque segnalato alla Direzione Lavori che potrà richiedere le verifiche che riterrà opportune per accertare l'effettivo stato del fondo al fine di individuare la modalità più idonea per il raggiungimento del requisito di qualità richiesto.

b) controllo compattazione fondo scavo, fino al 95% della massima densità secca ottenibile in laboratorio (AASHO modificata).

La prova in oggetto sarà effettuata quando all'Appaltatore è richiesto di effettuare lavori di compattazione sul fondo dello scavo.

Essa sarà segnalata alla Direzione Lavori ed eseguita presso un laboratorio qualificato dall'Appaltatore e approvato dalla Direzione Lavori e ne sarà rilasciato apposito certificato.

La prova sarà eseguita su ogni singolo scavo, se di dimensioni inferiori a 1000 mq o su lotti di scavo di 1000 mq

c) rispetto delle quote di progetto e delle pendenze delle pareti.

Questo controllo sarà eseguito dall'Appaltatore durante l'esecuzione di ogni singolo scavo o lotto di scavo (scavo di trincee) ed in ogni caso con la frequenza necessaria affinché gli scavi siano eseguiti secondo le pendenze e le quote di progetto.

5.4 Sostegno pareti di scavo

Per i controlli richiesti per questa operazione si farà riferimento al punto 4.2.2.j della presente Sezione.

5.5 Controlli di qualità per i rinterri

5.5.1 Campo di applicazione

La presente specifica si applica a tutti i tipi di rinterro così come definiti nel contratto.

In particolare la presente specifica è applicabile alle operazioni di:

- bonifica dei terreni;
- riempimento degli scavi;
- sistemazioni superficiali.

5.5.2 Documenti di riferimento

La presente specifica fa riferimento alla documentazione di tipo contrattuale, a tutta la documentazione di progetto quali disegni, ecc. e alle seguenti norme e regolamenti:

- CNR-UNI 10006
- CNR-B.U. n.69.
- CNR-B.U. n.9
- Specifiche RFI

5.5.3 Controlli sui materiali

Per l'esecuzione dei rinterri è previsto e consentito l'utilizzo dei materiali, indicati nella presente sezione. I materiali saranno classificati prima del loro utilizzo secondo la norma CNR-UNI 10006 con le seguenti modalità:

- materiale proveniente da scavo: una prova ogni 10.000 m³
- materiale proveniente da cava: non si effettueranno prove in campo ma il materiale dovrà provenire da cava qualificata dall'Appaltatore e accompagnato da relativo certificato (per ogni lotto omogeneo di materiale) emesso dalla cava, attestante la specifica ed i controlli sulla qualità del materiale in accordo alle procedure di C.Q.

Le prove saranno effettuate presso un laboratorio di cantiere qualificato dall'Appaltatore e approvato dalla Direzione Lavori

Tutte le prove saranno eseguite in conformità ai requisiti della normativa UNI. Le prove di carico su piastra saranno eseguite in conformità alla normativa Svizzera VSS SNV 670317.

Il materiale scavato che verrà riutilizzato nell'ambito dei lavori sarà soggetto a delle prove mirate alla sua classificazione (vaghiatura, misura del limite liquido e del limite plastico) con una frequenza di un set di prova ogni 2000 mc se il materiale non cambia e un set di prova ad ogni cambiamento del materiale.

Prima del loro utilizzo in cantiere, tutti i materiali verranno sottoposti a prove di classificazione e a prove Proctor modificata con una frequenza di un set di prove ogni 2000 mc per ciascun tipo di materiale impiegato. Ciascun tipo di materiale sarà soggetto a almeno 3 prove giornaliere di controllo del contenuto di umidità naturale.

Il materiale messo in opera verrà controllato giornalmente secondo le seguenti modalità:

- a) controllo dello spessore degli strati ogni 200 mq;

- b) misura della densità secca in sito e del contenuto di umidità del terreno compattato per ogni strato messo in opera, con un minimo di una prova ogni 200 mq;
- c) per i rilevati stradali misurazione del modulo di compressibilità M_E con piastra di 30cm di diametro ogni 200 mq.

Copia di tutti i certificati di prova dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori. La localizzazione delle aree da provare sarà a discrezione della Direzione Lavori

5.5.4 Controlli in corso d'opera

- a) Controllo della conformità del materiale in accordo alle specifiche e mediante l'esame dei certificati accompagnanti ogni lotto conferito in cantiere da cava o scavo.
- b) Verifica di compattazione in accordo alle norme AASTHO con il limite di accettabilità del 95% densità secca AASTHO, secondo CNR-B.U. n.69., con le seguenti incidenza di prova:
 - bonifiche 1 ogni 1000 m³ (min. 1 ogni opera)
 - strati drenati 1 ogni 1000 m³ (min. 1 ogni opera)
- c) Verifica del modulo di deformazione in accordo alla norma CNR - BU n.9 con limite di accettabilità non inferiore a 20 N/mm², da effettuare con le seguenti incidenze:
 - bonifiche 1 ogni 1000 m³ (min. 1 ogni opera)
 - strati drenati 1 ogni 1000 m³ (min. 1 ogni opera)
- d) Verifica dello spessore degli strati i quali dovranno rientrare nei seguenti limiti di accettabilità:
 - per terre di gruppo A1 e A3 s = 50 cm (materiale sciolto)
 - per terre di gruppo A2 e A4 s = 30 cm (materiale sciolto)

Le prove di compattazione e di modulo di deformazione saranno eseguite presso il laboratorio qualificato dall'Appaltatore e approvato dalla Direzione Lavori.

Per ogni prova di compattazione e di modulo di deformazione saranno emessi dal laboratorio i relativi certificati con l'indicazione di:

- opera di riferimento
- caratteristiche identificative del lotto testato
- data di esecuzione del test
- risultati ottenuti
- nome e firma del controllore.

5.6 Controlli di qualità per i rilevati

5.6.1 Campo di applicazione

La presente specifica si applica ai vari tipi di rilevati definiti nel contratto e si riferisce ai seguenti manufatti:

- Rilevati
- Strato supercompattato
- Sub-Ballast

destinati all'alloggio dei piani di posa di strutture viarie.

5.6.2 Documenti di riferimento

La presente specifica fa riferimento alla documentazione di tipo contrattuale, a tutta la documentazione di progetto come disegni, ecc. e alle seguenti norme e regolamenti:

- CNR-UNI 10006,10009
- CNR-Bollettino Ufficiale nn. 2, 9,24,27,29, 30,34,39,40,68,69
- CNR-Bollettino Ufficiale del 11/12/67 CNR-fasc. 4/53

- Specifiche RFI

5.6.3 Materiali per la formazione del rilevato

Ogni controllo sui materiali da utilizzare per la realizzazione dei rilevati dovrà essere certificato da apposito documento che, oltre all'esito delle prove o verifiche, dovrà chiaramente indicare:

- l'opera di riferimento
- la provenienza del materiale testato, con indicazione del lotto o qualsiasi altro elemento identificativo;
- il nominativo dell'operatore che ha eseguito la prova;
- data e luogo della prova;
- visto di chi ha approvato l'emissione del certificato;

Le certificazioni suddette accompagneranno sempre il lotto di materiale all'atto del conferimento in sede di posa in opera.

5.6.4 Rilevati stradali

Per verificare l'accettabilità dei materiali sciolti si dovrà procedere alla prova di Classificazione del materiale, secondo CNR-UNI 10006.

Per materiali provenienti da cave, precedentemente qualificate dall'Appaltatore, l'accettazione è collegata alla presentazione del dossier di qualifica della cava completo dei certificati di qualifica del materiale stesso ed approvato dalla Direzione Lavori

Nel suddetto caso l'Appaltatore dovrà preventivamente notificare per lettera alla Direzione Lavori, il riferimento della cava qualificata che intende utilizzare.

Per materiali provenienti da scavo le prove avverranno sullo scavo di approvvigionamento, con una frequenza di una prova ogni 3000 mc di materiale scavato, ed in ogni caso ogni qualvolta cambi la tipologia del materiale scavato. Le prove saranno effettuate in laboratorio di cantiere qualificato dall'Appaltatore e approvato dalla Direzione Lavori.

L'esito delle prove sarà riportato e trasmesso alla Direzione Lavori tramite apposito certificato. Verifica del terreno di riporto dello strato.

Il materiale impiegato dovrà pervenire accompagnato da certificazioni, in base alle quali verrà accertato, per ogni strato steso impiegando una unica partita di materiale, l'appartenenza del terreno utilizzato ad un unico gruppo secondo CNR-UNI 10006.

Nel caso di impiego di rocce tufacee, all'atto della posa in opera dei rilevati sarà inoltre cura dell'Appaltatore accertarsi che i materiali con pezzatura compresa tra 7.1 e 25 cm costituiscano meno del 30% del volume del rilevato.

Nel caso di impiego di materiali di natura diversa da quelli approvati in sede di qualificazione del materiale la Direzione Lavori deciderà l'effettuazione del tipo e quantità di prove da effettuare, in accordo a quanto previsto alle prescrizioni della presente sezione del Capitolato Speciale d'Appalto.

5.6.4.1 Rilevati in prossimità di opere d'arte

Si verificherà il misto cementato da impiegare, mediante le seguenti prove:

- Classificazione dell'inerte secondo CNR-B.U. n.29
- Determinazione della resistenza all'abrasione LOS ANGELES
- Prova di resistenza a compressione su provini cilindrici compattati a 7 giorni di stagionatura

I limiti di accettabilità delle suddette prove saranno i seguenti:

- Fusso del misto calcareo: tipo AI
- Resistenza all'abrasione Los Angeles < di 30

- Resistenza alla compressione: non inferiore a 1,5 N/mm² e non superiore a 4 N/mm²
La frequenza delle prove sarà in ragione di una prova per ogni stock di materiali della stessa provenienza. Per le prove di compressione la frequenza sarà in ragione di una prova ogni strato posto in opera.

Le prove saranno eseguite presso il laboratorio di cantiere qualificato dall'Appaltatore e approvato dalla Direzione Lavori o presso un laboratorio ufficiale.

Le prove dovranno riportare la notazione identificativa dello strato a cui la prova si riferisce, unitamente alle suddette certificazioni di qualifica del materiale impiegato.

5.6.4.2 Strato super compattato

I controlli saranno gli stessi di quelli indicati per i rilevati stradali. Sarà altresì effettuata la determinazione del C.B.R., secondo UNI-CNR 10009.

Nel caso specifico di terre del gruppo A3, provenienti da scavi, si procederà anche alla determinazione del coefficiente di disuniformità e dell'equivalente in sabbia con i valori di accettabilità di cui al precedente punto 3.c.

Anche tali valori saranno riportati e certificati con le modalità già indicate per gli altri.

5.6.4.3 Sub ballast

Conglomerato bituminoso

Per quanto riguarda i materiali lapidei provenienti da cave qualificate dall'Appaltatore e approvate dalla Direzione Lavori (aggregato lapideo e filler), essi dovranno provenire da impianto di miscelazione precedentemente qualificato dall'Appaltatore e approvato dalla Direzione Lavori.

Il responsabile della conduzione dell'impianto di preparazione del conglomerato bituminoso dovrà accertarsi che il materiale utilizzato sia corredato, per lotto di fornitura, dei necessari certificati che dovranno essere conservati a disposizione dell'Appaltatore e della Direzione Lavori.

L'impianto di miscelazione dovrà, per ogni fornitura di 10.000 me di conglomerato (o per ogni lotto di fornitura di entità inferiore), certificare che il materiale fornito ha superato le seguenti prove:

a) Aggregato lapideo

classificazione mediante setaccio A.S.T.M n. 10 e quindi:

a1) Sulla Frazione grossa risultante:

Prova della resistenza all'abrasione Los Angeles, secondo Norme CNR-B.U. n.34:

- Determinazione del coefficiente di imbibizione e verifica di materiale non idrofilo, secondo CNR fasc.4/53

a2) Sulla Frazione fina risultante:

- Determinazione dell'equivalente in sabbia, secondo Norme CNR-B.U. n. 27

Filler

Il filler sarà controllato mediante prova di setacciatura con passante in peso a secco pari a 100% al setaccio UNI 0.18 (ASTM 80) ed 80% al setaccio UNI 0,0075 (ASTM 200).

Bitume

Sarà controllato e qualificato se rispondente alle Norme secondo:

- B.U. n. 2/1951
- CNR-B.U.n.24/1971
- CNR-B.U. n.68/1978 e successivi aggiornamenti.

Le prove saranno eseguite presso l'impianto di preparazione del conglomerato o presso laboratorio qualificato da Appaltatore e approvato della Direzione Lavori e dovranno essere

effettuate per ogni fornitore e lotto di fornitura.

Additivi

L'Appaltatore dovrà comunicare con sufficiente anticipo alla Direzione Lavori le caratteristiche dell'additivo, il suo dosaggio e i miglioramenti effettivi che si intendono raggiungere.

La Direzione Lavori potrà prescrivere prove specifiche ed aggiuntive e accetterà la specifica.

Prove sul conglomerato

A valle dell'acquisizione delle prove sui materiali utilizzati, di cui ai precedenti punti, nel laboratorio dell'impianto di miscelazione o in altro laboratorio qualificato dell'Appaltatore e approvato dalla Direzione Lavori, si procederà ai seguenti controlli sulla miscela del conglomerato:

- Classificazione granulometrica ai crivelli UNI sulla miscela inerti/filler
- Verifica dell'umidità residua dopo essiccazione degli inerti lapidei,
- Verifica della percentuale ottimale di bitume, in base a prova Marshall (CNRB.U. n.30)
- Determinazione stabilità Marshall (a) secondo CNR-B.U. n.30 con limite di accettabilità: min. 750
- Determinazione scorrimento Marshall (b), secondo CNR- B.U. n.30 con limite di accettabilità: 2-4 mm
- Rigidità Marshall (a/b) con limite di accettabilità: min 250
- Determinazione perdita di stabilità Marshall, mediante confronto tra stabilità Marshall originaria con quella misurata su provini mantenuti per 24 ore in acqua a 60°C.; limite di accettabilità: max. 25%
- Determinazione dei vuoti residui Marshall. secondo CNR-B.U. n. 39 con limite di accettabilità: 3-6%
- Determinazione del modulo elastico, alle temperature 20°C e 30°C con frequenza di 10 Hz
- Determinazione della resistenza allo scorrimento dinamico con:
 - ♦ frequenza 10 Hz
 - ♦ ampiezza pressione verticale sinusoidale 2 bar
 - ♦ temperatura 30°C
 - ♦ senza pressione laterale e con pressione laterale di 1,5 bar
- Determinazione della resistenza a trazione con provini cilindrici di dimensioni $b = 10\text{cm}$ e $h = 11\text{cm}$ a 20°C alla velocità di 1 mm/sec

Le suddette verifiche saranno effettuate sui materiali prodotti in un impianto già qualificato dall'Appaltatore, con frequenza minima giornaliera

Ogni prova sarà effettuata presso laboratorio qualificato dall'Appaltatore e approvato dalla Direzione Lavori

Ognuna delle prove sarà certificata su documento riportante:

- dati identificativi del lotto di produzione
- data della prova;
- individuazione dell'impianto di produzione;
- individuazione del laboratorio;
- esito della prova.

I materiali di fornitura, necessari ad uno strato di 1000 mq di sub ballast, saranno accompagnati da un certificato, emesso dall'impianto di preparazione del conglomerato, attestante la conformità del lotto alle specifiche del presente Capitolato, sia per quanto riguarda i materiali impiegati che il conglomerato pronto per l'uso.

Nel caso di fornitura di lotti di entità inferiore all'equivalente di 1000 mq di strato di sub ballast, ognuno di essi sarà certificato allo stesso modo di cui sopra.

L'Appaltatore determinerà, all'atto di qualificazione di ciascun impianto, la curva di lavoro che intenderà impiegare e la certificherà trasmettendola alla Direzione Lavori

5.6.4.4 Terreno in situ

Il terreno in situ, piano d'appoggio del rilevato, sarà soggetto alle seguenti verifiche:

a) Classificazione secondo Norma CNR- UNI 10006

La frequenza delle prove sarà di 1 prova ogni 10.000 m³ con un minimo di una prova per ogni opera.

Le prove saranno effettuate in laboratorio qualificato dall'Appaltatore e approvato dalla Direzione Lavori o presso laboratorio ufficiale.

Le prove saranno riportate e trasmesse alla Direzione Lavori in apposito modulo, riportante l'indicazione della zona di campionamento, il laboratorio presso cui si è effettuata la prova e l'esito della prova.

b) Verifica del grado di compattazione

Qualora sia stata eseguita compattazione, si effettueranno le seguenti prove:

- Verifica della densità secca riferita alla densità AASHO Modificata secondo Norma CNR-B.U.n.69

- Misura del modulo di deformazione eseguita secondo Norma CNR-B.U. n.9.

La frequenza di ognuna delle due prove suddette sarà la seguente:

Caso A) Per piani di posa di rilevati: una serie di prove su ogni 4000 mq con un minimo di 1 prova per ogni opera.

Caso B) Per terreno utilizzato quale piano di posa del sub-ballast: una serie di prove su ogni 1000 m² con un minimo di 1 prova per ogni opera.

Tutte le prove dovranno essere effettuate in laboratorio di cantiere qualificato dall'Appaltatore e approvato dalla Direzione Lavori o presso laboratorio ufficiale.

I controlli suddetti dovranno dare esiti tali da rientrare nei seguenti limiti di accettabilità:

Caso A) Densità secca del 95% della densità AASHO modificata modulo di deformazione > di 20 N/mm²

Caso B) Densità secca del 95% della densità AASHO modificata modulo di deformazione > di 80 N/mm²

Le verifiche di compattazione potranno essere presenziate dalla Direzione Lavori che potrà indicare i punti di campionamento.

5.7 Formazione dei rilevati

5.7.1 Rilevati ferroviari

Nel caso di rilevati ferroviari si fa riferimento a quanto riportato nella versione più recente della specifica tecnica RFI -Sezione V Movimenti terra sia per le tratte a raso che in trincea.

5.7.2 Rilevati in prossimità di opere d'arte

Per ognuna delle singole coppie di strati e per ogni strato costituente la coppia stessa, dopo compattazione, si dovranno effettuare le seguenti prove:

- Verifica della densità secca riferita alla densità AASHO Modificata secondo Norma CNR-B.U.n.69

- Misura del modulo di deformazione eseguita secondo Norma CNR-B.U. n. 9

La frequenza delle due prove sarà in ragione di una prova ogni strato di ognuna delle coppie di strati poste in opera.

Le prove saranno effettuate in laboratorio qualificato dall'Appaltatore e approvato dalla Direzione Lavori o presso laboratorio ufficiale.

Le prove dovranno riportare la notazione identificativa dello strato a cui la prova si riferisce, unitamente alle suddette certificazioni di qualifica del materiale impiegato.

I controlli suddetti dovranno dare esiti tali da rientrare nei seguenti limiti di accettabilità:

- Per lo strato di misto calcareo, costituente lo strato cementato, la compattazione dovrà avere una densità secca pari al 95% della densità AASHTO modificata ed uno spessore di 20 cm (compattato).
- Per lo strato di misto naturale, la compattazione dovrà avere una densità secca pari al 95% della densità AASHTO modificata ed uno spessore di 25 cm (compattato).

Le verifiche di compattazione potranno essere presenziate dalla Direzione Lavori, la quale potrà indicare i punti di campionamento. Si effettuerà inoltre una verifica dello spessore dei singoli strati di riporto.

5.7.3 Rilevati stradali

In corso di realizzazione di tutti i rilevati stradali si dovranno effettuare i controlli seguenti.

a. Verifica della stesura e del livellamento degli strati

Per quanto concerne gli spessori massimi degli strati, si dovranno accertare i seguenti valori:

- Per terre dei gruppi A1, A3, (Norma CNR-UNI 10006) spessore massimo 50 cm (Materiale Sciolto)
- Per terre dei gruppi A2-4, A2-5, A2-6, A2-7, A4 e A6 (Norma CNR- UNI 10006) spessore massimo 30 cm (Materiale sciolto)
- Per l'utilizzo di frammenti rocciosi (della dimensione massima di 25 cm) spessore massimo 50 cm

Si verificherà inoltre che la pendenza trasversale della superficie superiore dello strato finito, dopo compattazione, sia di circa il 3% e che le scarpate dei rilevati mantengano pendenze non superiori a quelle riportate in progetto.

Le sopraccitate verifiche saranno effettuate per ogni strato e almeno per ogni 1000 mq

b. Verifica della compattazione

Al termine della stesura e compattazione di ciascuno strato si procederà all'effettuazione delle seguenti prove:

- Verifica della densità secca riferita alla densità AASHO Modificata secondo Norma CNR-B.U.n.69
- Misura del modulo di deformazione eseguita secondo Norma CNR-B.U. n.9

La frequenza di ognuna delle suddette prove avverrà in ragione di 1 prova su ogni 3000 mq su ciascuno strato con un minimo di 1 prova per strato per ogni opera.

Tutte le singole prove saranno effettuate in laboratorio di cantiere qualificato dall'Appaltatore e approvato dalla Direzione Lavori La Direzione Lavori potrà richiedere, in base a motivate esperienze tecniche, eventuali prove integrative.

I controlli suddetti dovranno dare esiti tali da rientrare nei seguenti limiti di accettabilità:

- Densità secca \pm del 90% della densità AASHO modificata
- Modulo di deformazione: (Norma CNR-B.U. n.9): ≥ 20 N/mmq

Nel caso di utilizzo, preventivamente approvato, di frammenti di roccia, dovrà essere effettuata unicamente la prova di determinazione del modulo di deformazione (i limiti di accettabilità del modulo di deformazione restano quelli già indicati).

Le verifiche di compattazione potranno essere presenziate dalla Direzione Lavori, la quale potrà indicare i punti di campionamento.

5.7.3.1 *Strato supercompattato*

Al termine della stesura dello strato supercompattato si procederà all'esecuzione dei seguenti controlli:

- a) Verifica dello spessore e delle pendenze
Si verificherà la conformità a quanto previsto da progetto, relativamente alle pendenze della superficie superiore dello strato e lo spessore dello strato.
- b) Verifica della compattazione
Al termine della stesura dello strato si procederà all'effettuazione delle seguenti prove:
 - Verifica della densità secca riferita alla densità AASHO Modificata secondo Norma CNR-B.U.n. 69
 - Misura del modulo di deformazione eseguita secondo Norma CNR-B.U. n. 9

La frequenza delle prove avverrà in ragione di 1 per ogni 1000 mq o con frequenza maggiore se diversamente indicato dalla Direzione Lavori. Le prove saranno effettuate in laboratorio di cantiere qualificato dall'Appaltatore e approvato dalla Direzione Lavori.

I controlli suddetti dovranno dare esiti tali da rientrare nei seguenti limiti di accettabilità:

- densità secca \geq del 98% della densità AASHO modificata
- Modulo di deformazione $>$ di 80 N/mmq

Le verifiche di compattazione potranno essere presenziate dalla Direzione Lavori, la quale potrà indicare i punti di campionamento.

5.7.3.2 *Sub ballast*

a. Conglomerato bituminoso

- Verifiche preliminari

All'atto della stesura di ogni strato si procederà alle seguenti verifiche:

- Verifica della temperatura dell'impasto con limite di accettabilità compreso tra 130° e 150°C; nel caso di impiego di additivi le temperature d'impasto dovranno essere maggiori di 10°C rispetto a quelle del conglomerato non additivato.
- Verifica temperatura ambiente $>$ di +5°C
- Verifica visiva delle ottimali condizioni del piano di posa

b. Verifiche della compattazione

Al termine del lavoro di stesura e rullatura si procederà alle seguenti verifiche:

- Determinazione della densità di campioni indisturbati dello strato compattato, secondo Norme CNR-B.U. n.40
- Contenuto dei vuoti residui, secondo Norme CNR-B.U. n.39, su campioni prelevati come sopra
- Determinazione del modulo di deformazione con prova di carico su piastra, secondo modalità di cui al Bollettino Ufficiale CNR-B.U. dell'11/12/67, ma con temperatura dello strato compresa tra 20°C e 30°C

Le prove saranno effettuate in ragione di una prova per ogni 1000 mq di strato posto in opera o con frequenza maggiore se diversamente indicato dalla Direzione Lavori, con un minimo di 1 prova per opera.

Tutte le prove saranno effettuate in laboratorio di cantiere qualificato dall'Appaltatore e approvato dalla Direzione Lavori. Tutte le singole prove saranno annotate sul P.C.Q. e trasmesse alla Direzione Lavori tramite apposito modulo.

I controlli suddetti dovranno dare esiti tali da rientrare nei seguenti limiti di accettabilità:

- densità > del 98% della densità dei provini Marshall corrispondenti
- Contenuto dei vuoti compreso tra il 3% e il 6%
- Modulo di deformazione > di 200 N/mm²

Le verifiche di compattazione potranno essere presenziate dalla Direzione Lavori, la quale potrà indicare i punti di campionamento.

c. Verifiche della sagoma

Si procederà a strato finito, alla verifica della sagoma.

5.8 Sezioni in trincea

Gli scavi delle trincee saranno eseguiti con le modalità ed i controlli di cui ai punti precedenti. Il terreno in sito, nelle sezioni in trincea, potrà essere utilizzato come piano di posa del sub-ballast se risulta appartenente ai gruppi A1, A3, o A2-4 (CNR-UNI 10006).

Esso dovrà essere costipato in modo da ottenere una densità secca non inferiore al 95% della densità AASHO modificata e un modulo di deformazione non inferiore a 80 N/mm².

Ognuna delle due prove sarà effettuata in ragione di una prova per ogni 1000 mq di piano di posa o con frequenza maggiore se diversamente indicato dalla Direzione Lavori, con un minimo di 1 prova per opera.

Tutte le prove saranno effettuate presso un laboratorio di cantiere qualificato dall'Appaltatore e approvato dalla Direzione Lavori

Le verifiche di compattazione potranno essere presenziate dalla Direzione Lavori, la quale potrà indicare i punti di campionamento.

SEZIONE 7: DEMOLIZIONI

SOMMAIRE / INDICE

1	DEFINIZIONI	3
2	NORME DI MISURAZIONE.....	3
3	PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI	3
4	PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI	4
5	MODALITÀ ESECUTIVE	5
5.1	Attività preliminari sulle demolizioni.....	5
5.2	Attività finali sulle demolizioni	5
5.3	Attività sui danni e sui ripristini	6
6	CONTROLLI DI QUALITÀ.....	6

1 Definizioni

La presente specifica fa riferimento:

- alla documentazione di tipo contrattuale;
- alla documentazione di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.;
- alle prescrizioni della Direzione Lavori;
- alla legislazione vigente, in particolare in materia di:
 - impiego di esplosivi
 - trasporto e smaltimento di rifiuti.

2 Norme di misurazione

La misurazione delle demolizioni ai fini dell'applicazione delle corrispondenti voci di prezzo è eseguita a metro cubo effettivo misurato prima della demolizione o a chilogrammo di strutture di qualsiasi natura destinate alla demolizione.

Tutti i prezzi della presente categoria comprendono ogni spesa ed opera accessoria ed in particolare ogni puntellamento che si rendesse necessario od anche solamente consigliabile delle murature e degli orizzontamenti che si devono conservare. Comprendono inoltre le attrezzature di cantiere ed i mezzi d'opera occorrenti per la buona esecuzione dei lavori. I materiali ricavanti dalle demolizioni, esclusi gli oggetti preziosi o d'arte, i serramenti e gli infissi in legno o metallici resteranno di proprietà dell'imprenditore con l'obbligo dell'immediato allontanamento dal cantiere, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori. I trasporti dei detriti sono comprensivi delle operazioni di carico, scarico e spianamento.

Per murature, volte, strutture in cemento armato, strutture metalliche e pavimentazioni la computazione dei metri cubi di materiale da demolire verrà effettuata prima della demolizione stessa.

Nei prezzi di realizzazione delle demolizioni si intendono compensati tutti gli oneri principali ed accessori quali:

- la predisposizione dei luoghi di lavoro
- la demolizione degli elementi destinati a tal fine
- il trasporto a discarica dei materiali di risulta con mezzi idonei
- la pulizia dei luoghi in cui è avvenuta l'attività in questione
- quant'altro previsto nella presente specifica come lavorazione annessa alla realizzazione delle demolizioni.

3 Prescrizioni ed oneri generali

Premettendo che tutte le demolizioni parziali o totali di manufatti e/o trovanti di qualsiasi natura che si rendessero necessarie nel corso dell'esecuzione dei lavori, anche se non espressamente indicate nei documenti progettuali, sono attività incluse negli obblighi dell'Appaltatore, nell'esecuzione dei lavori di demolizione totale e/o parziale, eseguiti con qualsiasi mezzo e relativi a qualsiasi opera e materiale gli oneri di seguito descritti sono a carico dell'Appaltatore:

- a) Tutti gli oneri derivanti dalle leggi, nonché dalle norme e regolamenti vigenti relativamente a:
 - Testimoniali di Stato;
 - Procedure e relative tecniche di demolizione;
 - Sicurezza delle persone addette ai lavori;
 - Sicurezza dei mezzi destinati alla esecuzione dei lavori;

- Idoneità dei mezzi di protezione e di segnalazione per l'incolumità dei terzi e delle opere circostanti durante e dopo l'esecuzione dei lavori;
 - Misure, mezzi e quanto altro necessario ad assicurare la stabilità delle opere circostanti e di quelle oggetto di demolizione, durante e dopo l'esecuzione dei lavori.
- b) Recupero con ordine (inclusa eventuale pulizia) di tutti i materiali che, previa informazione alla Direzione Lavori, l'Appaltatore intende riutilizzare. Tali materiali devono essere trasportati ed immagazzinati o accatastati nei luoghi resi disponibili dall'Appaltatore e con le modalità concordate con la Direzione Lavori
 - c) Carico, trasporto e scarico alle discariche autorizzate all'esterno della proprietà, del materiale di rifiuto, nonché pulizia delle aree sulle quali vengono eseguite le opere di demolizione. L'Appaltatore è tenuto al trasporto dei materiali provenienti dalle demolizioni.
 - d) Protezione delle installazioni sottostanti e ricostruzione delle opere eventualmente danneggiate durante i lavori di demolizione, nello stato in cui si trovavano prima dei lavori stessi, secondo quanto concordato nei Testimoniali di Stato.
 - e) Protezione e conservazione dei manufatti circostanti durante i lavori di demolizione ed eventuale ricostruzione come al punto precedente.
 - f) Realizzazione di opere provvisorie e/o modalità operative finalizzate ad evitare la formazione e lo spandimento della polvere.
 - g) Recinzione provvisoria e apposizione di segnaletica diurna e notturna, nei luoghi soggetti alle demolizioni.
 - h) Eventuale richiesta di tutte le necessarie autorizzazioni a procedere da parte delle competenti Autorità locali.
 - i) Puntellature, ponti di servizio, ripari dalla polvere, convogliatori a terra (è vietato il getto dall'alto dei materiali di risulta).
 - j) Interruzione e ripristino di servizi elettrici e telefonici, reti di distribuzione acqua, gas, teleriscaldamento, reti e canalette di drenaggio, etc.
 - k) Tagli eventuali con fiamma ossidrica o con attrezzature elettromeccaniche e/o manuali.
 - l) In fase di demolizione si dovrà assolutamente evitare l'accumulo di materiali di risulta sulle strutture da demolire o sulle opere provvisorie in misura tale che si verifichino sovraccarichi o spinte pericolose.
 - m) Dove necessario la predisposizione di adeguati consolidamenti del terreno circostante, prima di ogni rimozione di elementi strutturali.
 - n) Il riempimento dei cavi residui con conglomerato cementizio di caratteristiche approvate dalla Direzione Lavori o con altro materiale ritenuto idoneo dalla medesima Direzione Lavori.

4 Prescrizioni tecniche particolari

In aggiunta a quanto riportato nel capitolo "PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI", nel caso di impiego di esplosivi, gli oneri di seguito descritti sono a carico dell'Appaltatore:

- Richiesta e ottenimento dei permessi delle competenti Autorità.
- Polvere, micce, detonatori, tutto il materiale protettivo occorrente per il brillamento delle mine, compresa l'esecuzione di fori, fornelli, nonché il trasporto nei luoghi di impiego dei suddetti materiali.

- Mezzi, materiali e personale qualificato occorrente, per l'esecuzione dei lavori nel rispetto delle norme di sicurezza.
- Coordinamento dei tempi di esecuzione, in accordo al programma di costruzione e nel rispetto dei vincoli, delle soggezioni derivanti dalle altre attività in corso e delle situazioni locali.

5 Modalità esecutive

5.1 Attività preliminari sulle demolizioni

Il Responsabile di questa attività dell'Appaltatore, prima di svolgere qualsiasi lavoro di demolizione dovrà redigere una relazione tecnica riportante:

- Data, luogo della demolizione
- Oggetto della demolizione
- Mezzi e attrezzature principali da impiegare
- Modalità di demolizione
- Misure di sicurezza da adottare
- Tempistiche d'intervento
- Allontanamento o reimpiego del materiale demolito
- Nel caso di impiego di esplosivi, o comunque di attività che richiedono particolari qualifiche, si dovrà utilizzare personale in possesso dei titoli di qualifica previsti dalla legge, documentandolo opportunamente.

Tale documentazione sarà trasmessa per informazione alla Direzione Lavori, la quale, nel caso ne ravvisasse la necessità, potrà richiedere modifiche e/o integrazioni.

Il Responsabile nominato dall'Appaltatore, a sua volta dovrà registrare su apposita documentazione le verifiche da eseguire prima delle operazioni su tutte le attrezzature di protezione, segnalazione e sicurezza previste, nonché sulle predisposizioni necessarie a garantire la salvaguardia dei manufatti circostanti l'opera da demolire, nonché sulle opere provvisorie finalizzate ad evitare lo spandimento delle polveri.

Il Responsabile dell'attività di demolizione dovrà:

- verificare che le date e tempistiche delle demolizioni siano coordinate con tutte le attività lavorative previste nella zona;
- richiedere ed ottenere tutti i permessi necessari, oltre quelli di legge, dalle competenti Autorità ed Enti;
- verificare l'efficienza e la corretta installazione di tutte le misure di sicurezza e di protezione previste per le persone, i mezzi, le attrezzature e le opere esistenti da salvaguardare;
- nel caso di uso di esplosivi, accertare la qualificazione del personale impiegato.

La certificazione dell'esecuzione delle verifiche sarà opportunamente documentata e registrata.

Tutta la suddetta documentazione sarà allegata al dossier dell'opera cui la demolizione si riferisce.

L'Appaltatore potrà procedere alle operazioni di demolizione solo a valle dell'ottenimento degli eventuali permessi necessari delle competenti Autorità o Enti, e delle verifiche preliminari previste dalla Direzione Lavori e dalla presente sezione del Capitolato Speciale d'Appalto.

5.2 Attività finali sulle demolizioni

A demolizione avvenuta l'Appaltatore dovrà:

- a) Verificare la corretta ed efficace effettuazione della demolizione prevista
- b) Nel caso di impiego di esplosivi, accertare il regolare brillamento di tutte le cariche predisposte.
- c) Controllare gli eventuali danni alle opere esistenti da salvaguardare.
- d) Verificare la qualificazione dei mezzi adibiti al trasporto dei detriti e, se previsto il conferimento in discarica; verificare che essa abbia le necessarie qualificazioni richieste dalla legge, in funzione del materiale conferito.
- e) Controllare la pulizia dell'area.
- f) Tali verifiche dovranno essere effettuate dal Responsabile delle demolizioni ed opportunamente certificate dallo stesso nella documentazione allegata al dossier relativo all'opera da demolire.

5.3 Attività sui danni e sui ripristini

Nel caso il Responsabile dell'attività accerti danni a manufatti esistenti egli dovrà procedere come segue:

- Emettere una relazione tecnica da trasmettere alla Direzione Lavori, sui danni riscontrati, sui provvedimenti provvisori e di ripristino allo stato iniziale che si effettueranno sull'opera danneggiata.
- Verificare i danni, contestualmente alla Direzione Lavori se da questa richiesto.

A valle del ricevimento della relazione e della eventuale verifica la Direzione Lavori, entro i termini concordati con l'Appaltatore, potrà formulare eventuali commenti alle operazioni di ripristino previste; la mancata ricezione di commenti entro i termini concordati costituisce nullaosta a procedere.

Sulla base di questa relazione, il Responsabile dovrà emettere un documento relativo alle verifiche e ai collaudi correlati all'intervento sul manufatto danneggiato. Saranno adottate a tale fine, procedure e specifiche relative ai tipi di lavorazioni o realizzazioni d'opera implicate nello svolgimento dell'intervento.

Tale documento verrà trasmesso alla Direzione Lavori per l'approvazione.

Successivamente alla suddetta approvazione, l'Appaltatore procederà, in concomitanza alle fasi relative, alle verifiche previste dal documento approvato.

Tutta la suddetta documentazione costituirà il dossier relativo al restauro dell'opera danneggiata.

6 Controlli di qualità

L'Appaltatore non dovrà redigere - e sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori almeno 30 giorni prima del previsto inizio della lavorazione - il documento; "PIANO DI QUALITÀ DI COSTRUZIONE E INSTALLAZIONE – "DEMOLIZIONI".

Tuttavia, si evidenzia che sono a carico dell'Appaltatore tutti gli obblighi descritti nei precedenti capitoli di questa sezione di CSA.

**SEZIONE 8: OPERE STRUTTURALI
CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

SOMMAIRE / INDICE

SEZIONE 8A: OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO GETTATO IN OPERA

1	DEFINIZIONI.....	3
1.1	Normativa di riferimento	3
1.2	Classificazione dei conglomerati cementizi.....	3
2	NORME DI MISURAZIONE	6
3	ONERI E PRESCRIZIONI GENERALI	7
3.1	Attività di qualifica.....	8
3.2	Controlli	8
3.3	Preavvisi.....	9
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	9
4.1	Leganti idraulici	9
4.2	Calce	10
4.3	Acqua.....	10
4.4	Aggregati.....	10
4.5	Additivi.....	11
4.6	Aggiunte.....	12
4.7	Acciai d’armatura	14
4.8	Casseforme	14
5	CARATTERISTICHE DELLE MISCELE	15
5.1	Requisiti generali	15
5.2	Progettazione delle miscele	15
5.3	Prequalifica del calcestruzzo (studio del mix design).....	18
5.4	Qualifica del calcestruzzo in impianto.....	19
5.5	Documentazione	21
5.6	Approvazione della Direzione Lavori.....	22
6	MODALITÀ DI ESECUZIONE	22
6.1	Produzione e movimentazione del calcestruzzo.....	22
6.2	Casseforme e centinature	28
6.3	Armature metalliche.....	28
6.4	Esecuzione dei getti.....	30
6.5	Disarmo.....	33
6.6	Magroni e malte	34
7	CONTROLLI DI QUALITÀ.....	35
7.1	Generalità	35
7.2	Qualifica del laboratorio prove	36
7.3	Qualifica delle materie prime.....	36
7.4	Qualifica delle miscele.....	37
7.5	Controlli in corso d’opera	38
7.6	Prove di carico	44

SEZIONE 8B: OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO PREFABBRICATE

8	DEFINIZIONI	45
9	NORME DI MISURAZIONE	45
10	ONERI E PRESCRIZIONI GENERALI	45
10.1	Qualifica dell'impianto di prefabbricazione	45
11	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	46
12	CARATTERISTICHE DELLE MISCELE	46
13	MODALITÀ DI ESECUZIONE	46
13.1	Casseforme	46
13.2	Posizionamento delle armature	46
13.3	Inseriti.....	47
13.4	Esecuzione getto.....	47
13.5	Stagionatura	47
13.6	Rimozione dei casseri	48
13.7	Identificazione e stoccaggio dei manufatti	48
13.8	Trasporto	49
13.9	Montaggio	49
13.10	Messa in tensione di cavi di precompressione	50
14	CONTROLLI DI QUALITÀ.....	50
14.1	Generalità	50
14.2	Qualifica del laboratorio prove	50
14.3	Qualifica delle materie prime.....	50
14.4	Qualifica delle miscele.....	50
14.5	Controlli in corso d'opera	50
14.6	Verifica presso lo stabilimento o impianto di produzione.....	50
14.7	Controlli dimensionali di manufatti.....	51
14.8	Controlli aggiuntivi sugli elementi prefabbricati.....	51
14.9	Prove di carico	51

SEZIONE 8A: OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO GETTATO IN OPERA

1 Definizioni

La presente sezione definisce prescrizioni, oneri, specifiche tecniche e quant'altro relativamente alle opere in conglomerato cementizio gettato in opera.

Nella esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà fornire la manodopera, le attrezzature, le opere provvisorie, i ponteggi in quantità e tipologia adeguate alla esecuzione dei lavori, così come i materiali per conglomerati cementizi, armati e non, comunque necessari per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Sarà cura dell'Appaltatore, provvedere alla fornitura e al trasporto dei materiali da approvvigionare in cava, in aggiunta a quelli provenienti dagli scavi.

1.1 Normativa di riferimento

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche e dei Decreti Governativi emanati in applicazione all'art.21 della L.05/11/1971 n°1086, riunite nel Testo Unico per l'Edilizia di cui al DPR 6 giugno 2001, n. 380, e dell'art. 5 del DL 28 maggio 2004, n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27 luglio 2004, n. 186 (d'ora in poi DM 17 gennaio 2018) e si intendono anche integrative delle norme di legge vigenti in merito a leganti, inerti, acqua di impasto ed additivi, sistemi costruttivi, delle relative norme UNI e quant'altro comunque attinente la costruzione oggetto del presente capitolato.

Si dovranno inoltre rispettare:

- le Linee Guida emesse dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (in particolare le Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale e le Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato). Si dovrà anche fare riferimento alle Linee Guida sulla Messa in Opera del Calcestruzzo Strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante Prove Non Distruttive);
- la UNI EN 206-1:2016: "Calcestruzzo: specificazioni, prestazione, produzione e conformità" nonché delle relative Istruzioni Complementari contenute nella UNI 11104:2016;
- le norme UNI relative sia alle metodologie di esecuzione delle prove, sia alle prescrizioni dei materiali di cui al presente capitolato
- UNI-EN 206-1:2016: "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- UNI 11104:2016 ⁽¹⁾: "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità - istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1:2016"
- UNI-EN 197-1: "Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni".
- UNI-EN 12620: "Aggregati per calcestruzzo"
- UNI 8520-2: "Aggregati per confezione di calcestruzzi: requisiti".

1.2 Classificazione dei conglomerati cementizi

Nella Tabella 1 vengono definiti i tipi di calcestruzzo ed i loro campi di impiego. Tali prescrizioni andranno integrate con il prospetto 4 – "Valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo" – della UNI 11104:2016, in particolar modo per quanto riguarda il rispetto della classe di resistenza minima adottata al fine di assicurare la durabilità della struttura in relazione alla specifica classe di esposizione.

¹ Nelle parti in cui vi è disallineamento tra le citate Linee Guida del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, la UNI EN 206-1:2016, si dovrà fare riferimento alla condizione di maggiore severità salvo che per esplicita deroga scritta della Direzione dei Lavori.

Nelle parti in cui vi è disallineamento tra la UNI EN 206-1:2016 e la UNI 11104:2016, si dovrà fare riferimento a quest'ultima

Il contenuto minimo di cemento prescritto nella Tabella 1 vale per calcestruzzi non esposti ad attacco da parte di agenti esterni. In caso di calcestruzzi destinati a strutture esposte ad attacco di agenti, valgono i limiti fissati dalla UNI 11104:2016.

Peraltro, le prescrizioni di cui alla Tabella 1 relative alla classe del calcestruzzo R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di stagionatura espressa in MPa) sono quelle minime; per la loro esatta individuazione si rinvia a quanto indicato nelle prescrizioni tecniche relative alla progettazione di ogni singola opera.

Il contenuto di cemento non dovrebbe eccedere i 450 kg/m^3 . In casi particolari, per far fronte a specifiche esigenze, modifiche al dosaggio massimo potranno essere richieste dalla Direzione Lavori Tali richieste dovranno essere opportunamente motivate ed accompagnate, in sede di prequalifica del conglomerato cementizio, da prove di laboratorio in cui dovranno essere verificati gli effetti connessi agli alti dosaggi di cemento (calore di idratazione, ritiro, creep, etc.).

La lavorabilità (valutata come classe di consistenza attraverso il valore di abbassamento al Cono di Abrams) ed il tipo di cemento, vengono prescritti per i calcestruzzi gettati in opera. Per i calcestruzzi impiegati nella prefabbricazione, ferme restando le altre caratteristiche e le prescrizioni minime riportate nel prospetto 4 della UNI 11104:2016, potranno essere utilizzate diverse metodiche di valutazione della lavorabilità purchè giustificate e supportate da eventuali prove, comunque preventivamente approvate dalla Direzione Lavori in sede di qualifica dell'impianto di prefabbricazione e del relativo mix-design.

Per conglomerati cementizi con abbassamento al cono di Abrams inferiore a 5 cm, impasti asciutti e quindi con bassa consistenza (classe di consistenza S1), potrà essere prescritta l'esecuzione della prova Vébé per controllare l'attitudine degli impasti ad essere vibrati.

Tabella 1 - Tipi di conglomerato cementizio

Tipo		Rapporto a/c max	Classe di lavorabilità	Tipo di cemento	Classe di resistenza Minima R_{ck} (MPa)	Campi di Impiego
A	1	0.40	S5	CEM I÷V	45	<ul style="list-style-type: none"> Impalcati ed elementi in c.a.p. prefabbricati
	2	0.40	S4-S5	CEM I÷V	45	<ul style="list-style-type: none"> Impalcati in c.a.p. gettati in opera
B	1	0.40	S3-S5	CEM I÷V	45	<ul style="list-style-type: none"> Elementi prefabbricati in c.a. per strutture fuori terra
	2	0.40	S3-S5	CEM III÷V	45	<ul style="list-style-type: none"> Conci prefabbricati in c.a. per rivestimento di gallerie
	3	0.50	S4	CEM I÷V	37	<ul style="list-style-type: none"> Canalette portacavi prefabbricate Cunette prefabbricate Elementi prefabbricati senza funzioni strutturali
	1	0.50	S4-S5	CEM I÷V	37	<ul style="list-style-type: none"> Impalcati in c.a.p. ordinari Solette in c.a. gettate in opera in elevazione Predalle

Tipo		Rapporto a/c max	Classe di lavorabilità	Tipo di cemento	Classe di resistenza Minima Rck (MPa)	Campi di Impiego
C	2	0.50	S3, S4	CEM I÷V	37	<ul style="list-style-type: none"> • Pile e spalle • Baggioli e pulvini • Strutture in c.a. in elevazione
		0.40	S1÷S3	CEM III÷V	37	<ul style="list-style-type: none"> • Lastre in cls per pavimentazioni rigide
E		0.50	S3, S4	CEM III÷V	37	<ul style="list-style-type: none"> • Scatolari e tombini a sez. non circolare con luce con luce ≤ 5 m • Tombini circolari
F	1	0.50	S3, S4	CEM III, IV, V	30	<ul style="list-style-type: none"> • Arco rovescio di gallerie (getti orizzontali)
	2	0.50	S2	CEM III÷V	30	<ul style="list-style-type: none"> • Arco rovescio di gallerie (getti tradizionali a superficie inclinata)
	3	0.50	S3, S4	CEM III÷V	30	<ul style="list-style-type: none"> • Piedritti e calotta di gallerie
G	1	0.50	S3, S4	CEM III÷V	37	<ul style="list-style-type: none"> • Muri di controripa e sottoscarpa in c.a. (armatura ≥ 30 Kg/mc)
	2	0.50	S3, S4	CEM III÷V	30	<ul style="list-style-type: none"> • Muri controripa/sottoscarpa debolmente armati (armatura < 30 kg/mc) o non armati • Solettoni di fondo • Fondazioni armate • Rivestimenti di tubazioni
	3	0.55	S3÷S4	CEM III÷V	25	<ul style="list-style-type: none"> • Fondazioni non armate (pozzi, sottoplinti, prismi per difese spondali, ecc....)
	4	0.55	S3÷S4	CEM III÷V	25	<ul style="list-style-type: none"> • Cunette gettate in opera, cordoli, ecc....
H	1	0.50	S4÷S5	CEM III÷V	30	<ul style="list-style-type: none"> • Pali (di paratie o opere di sostegno), diaframmi e relativi cordoli di collegamento gettati in opera
	2	0.5	S4÷S5	CEM III÷V	30	<ul style="list-style-type: none"> • Pali di fondazione gettati in opera
	3	0.40	S3÷S4	CEM III÷V	37	<ul style="list-style-type: none"> • Pali di fondazione prefabbricati
I		--	--	CEM I ÷ V	15	<ul style="list-style-type: none"> • Magrone di pulizia, riempimento o livellamento

Nel caso di opere contro terra, si dovranno utilizzare cementi ad alta o molto alta resistenza al dilavamento, secondo quanto previsto dalla Norma UNI 9606 e dal progetto di norme E 07001170 del settembre 1995. Nel caso di opere soggette ad attacco chimico, o esposte all'aggressione dei solfati anche moderatamente, dovranno essere impiegati idonei cementi secondo quanto previsto dalla norma UNI 9156/1987 adeguata alle UNI EN 197-1 e successivo progetto di norma E 07001180 del settembre 1995.

Nel caso di opere soggette a cicli di gelo disgelo, i conglomerati cementizi dovranno essere confezionati in accordo alla UNI 8981 parte 4, alle Linee Guida del Ministero dei LL.PP. sul calcestruzzo strutturale (Settembre 2017), ed a quanto specificamente indicato nella presente Sezione di CSA.

2 Norme di misurazione

La misurazione delle voci di prezzo corrispondenti alle opere di conglomerato cementizio è eseguita a metro cubo, a metro quadrato, a metro lineare, a chilogrammo ed a unità.

I prezzi per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio compensano tutte le attività principali ed accessorie quali:

- la predisposizione dei luoghi di lavoro;
- il getto in opera del conglomerato cementizio eseguito direttamente da autobetoniera o con pompa nel caso di conglomerato preconfezionato;
- la compattazione effettuata mediante vibratore ad immersione;
- la posa in opera di cordoli in conglomerato cementizio;
- la posa in opera di ogni inserto previsto;
- la pulizia di superfici in conglomerato;
- l'esecuzione di cuciture in murature mediante l'inserimento di barre metalliche;
- la sabbiatura a fondo di muri e pareti;
- la fornitura e la posa in opera di pozzetti;
- la fornitura e la posa in opera di chiusini su pozzetti stradali;
- la costruzione di camerette per la raccolta delle acque stradali;
- la formazione di plinti in conglomerato per ancoraggio dei pali di illuminazione;
- l'esecuzione, posa e rimozione delle cassetture per il contenimento dei getti di conglomerato cementizio per opere quali, a titolo indicativo ma non esaustivo, fondazioni, pilastri, muri, volte, solai, cordoli, sottofondi, gallerie, pozzi e sottomurazioni;
- quant'altro previsto nella presente specifica come lavorazione annessa alla realizzazione delle opere in conglomerato cementizio.

La misurazione delle opere di cassetture, ai fini di applicazione delle corrispondenti voci di prezzo, è eseguita a metro quadrato.

Nei prezzi di realizzazione delle opere di cassetture si intendono compensati tutti gli oneri principali ed accessori quali:

- la predisposizione dei luoghi di lavoro
- l'esecuzione della cassetture per strutture in cemento armato
- l'esecuzione della cassetture per strutture in cemento semplice
- l'esecuzione della cassetture per il contenimento di getti per opere quali muri, pile, solai, cordoli, etc.
- quant'altro previsto nella presente specifica come lavorazione annessa alla realizzazione delle cassetture.

La misurazione delle opere di acciaio di armatura, ai fini di applicazione delle corrispondenti voci di prezzo, è eseguita a chilogrammo di acciaio confezionato.

Nei prezzi di realizzazione delle opere di acciaio di armatura si intendono compensati tutti gli oneri principali ed accessori quali:

- La predisposizione dei luoghi di lavoro
- L'esecuzione dell'armatura
- La posa in opera delle armature confezionate in precedenza

- Quant'altro previsto nella presente specifica come lavorazione annessa alla realizzazione delle opere di acciaio d'armatura.

I magisteri inerenti la protezione delle armature dalle correnti vaganti, insieme ai materiali di consumo, sono compensati a parte dal sovrapprezzo all'acciaio di armatura. Le armature posizionate al di sotto dei magroni di pulizia con funzione di messa a terra, rappresentate nei disegni relativi all'impianto di messa a terra, sono anch'esse compensate a parte dal sovrapprezzo all'acciaio di armatura.

3 Oneri e prescrizioni generali

- Le prove previste ai sensi della L.05/11/1971 n°1086 e DM 17 gennaio 2018, e relativi decreti di attuazione dovranno essere effettuate solo presso Laboratori Ufficiali specificamente autorizzati per l'esecuzione delle relative prove.
- Le prove per le quali l'Appaltatore non fosse attrezzato in cantiere o non disponesse di personale ad esse specificamente formato, dovranno essere effettuate o presso un Laboratorio Ufficiale per esse specificamente autorizzato, o presso un laboratorio proposto dall'Appaltatore ed approvato dalla Direzione Lavori e che riconosca alla stessa la facoltà di assistere alle prove in questione.
- Tutti gli oneri, diretti ed indiretti, derivanti dall'applicazione delle prescrizioni esecutive attuali o che, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori si rendessero indispensabili al fine di superare dubbi attinenti il raggiungimento delle previste prestazioni, compresi i costi necessari per il prelievo, confezionamento, trasporto di campioni di materiali da sottoporre a prova nonché i costi di esecuzione di queste ultime si intendono compresi e compensati dai prezzi contrattuali.
- Le prove di carico prescritte dalle specifiche contrattuali o dai documenti di progetto o richieste dal Direttore dei Lavori o dai Collaudatori, così come quelle previste dalle leggi vigenti, dovranno essere eseguite a cura e spese dell'Appaltatore ove non diversamente e specificamente previsto nei documenti contrattuali.
- L'Appaltatore dovrà eseguire o far eseguire tutte le prove ed i controlli previsti dalle norme in vigore, dalle presenti prescrizioni, così come quelli integrativi che venissero richiesti, al fine di verificare la rispondenza del lavoro eseguito alle specifiche ed agli standard qualitativi prefissati.
- L'Appaltatore dovrà fornire la manodopera, le attrezzature, le eventuali opere provvisorie ed i ponteggi in quantità e tipologie adeguate all'esecuzione delle prove medesime, garantendone la sicurezza.
- Per consentire l'esecuzione delle prove previste in tempi congruenti alle esigenze di avanzamento dei lavori, l'Appaltatore dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati. Nel caso laboratorio di cantiere, l'Appaltatore dovrà avvalersi di personale qualificato e numericamente adeguato al numero ed al tipo di prove da eseguire. Avrà altresì cura di accertarsi che le stesse condizioni siano assicurate nel caso in cui si appoggi, anche parzialmente, ad un laboratorio esterno.
- Nel caso di getti da eseguire in presenza d'acqua, sarà cura dell'Appaltatore provvedere con i mezzi più adeguati all'aggottamento o alla deviazione della stessa, o in alternativa, sarà sua cura adottare gli accorgimenti necessari, previa informazione alla Direzione Lavori, per l'esecuzione dei getti.
- Per quelle opere che, per effetto di operazioni successive, si rendano inaccessibili o comunque non ispezionabili, l'Appaltatore dovrà sempre dare la prescritta informazione alla Direzione Lavori prima di procedere con le fasi successive; nel caso in cui

l'Appaltatore non ottemperasse a quanto sopra, la Direzione Lavori potrà richiedere di mettere a nudo le parti occultate o di rendere comunque accessibili le opere non ispezionate. Le prestazioni necessarie per quanto sopra dovranno essere eseguite a cura e spese dell'Appaltatore.

Ulteriori e più specifiche prescrizioni attinenti controlli e prove sono contenute nel capitolo 7.

3.1 Attività di qualifica

Preliminarmente all'avvio dei lavori di costruzione, l'Appaltatore deve provvedere ad inoltrare alla Direzione Lavori una relazione che, d'intesa con la Direzione Lavori può essere suddivisa in tre rapporti successivi, contenente tutte le attività di qualifica che nel seguito sono meglio descritte e che, sommariamente, attengono i seguenti aspetti:

Nel primo rapporto:

- analisi e caratteristiche delle materie prime;
- studio preliminare delle miscele di calcestruzzo (per ciascuna di quelle il cui impiego è previsto dal progetto).

Nel secondo rapporto, successivo alla approvazione del primo:

- risultanze delle prove condotte in laboratorio sulle miscele di cui al primo rapporto;
- descrizione e caratteristiche degli impianti di produzione del calcestruzzo (soggetti a sopralluogo da parte della Direzione Lavori).
- mezzi (autobetoniere) utilizzate per la consegna del calcestruzzo.

Nel terzo rapporto:

- risultanze delle prove condotte in impianto sulle miscele di cui al primo rapporto;
- registro delle pesate relative agli impasti di cui al punto precedente effettuate e registrate in automatico.

L'approvazione ed accettazione, da parte della Direzione Lavori, delle risultanze contenute nel documento di qualifica, è essenziale all'avvio dei lavori di costruzione.

L'approvazione delle operazioni di qualifica da parte della Direzione Lavori non ne implica alcuna responsabilità diretta e/o indiretta. L'Appaltatore rimane comunque l'unico responsabile sia del rispetto delle prescrizioni del progetto e dei documenti che ad esso si riferiscono, che nei confronti dei terzi, nessuno escluso, in ordine alla esecuzione dei lavori e delle attività a questi connesse.

3.2 Controlli

Se i risultati delle prove e dei controlli eseguiti sui calcestruzzi o sui loro costituenti non risulteranno corrispondenti a quanto previsto nei calcoli statici, nei disegni, nel contratto e nelle presenti prescrizioni, così da non assicurare i livelli prestazionali richiesti, verrà redatto dalla Direzione Lavori un apposito rapporto e l'Appaltatore dovrà:

- a) Se la carenza è stata verificata prima del getto, sospendere i getti ed allontanare dal cantiere i quantitativi di calcestruzzo o dei suoi costituenti risultati difettosi, proponendo le modalità correttive;
- b) Se la carenza è stata verificata dopo il getto, demolire totalmente e ricostruire l'opera, oppure proporre alla Direzione Lavori l'esecuzione di idonei lavori di adeguamento, che dovranno essere approvati dal Progettista, dal Direttore dei Lavori dal Responsabile del Procedimento e dai Collaudatori. In tal caso verranno applicate le eventuali detrazioni o penali previste nel contratto.

L'opera o la parte di opera per la quale è stata redatto il rapporto citato non potrà essere contabilizzata finché la carenza esecutiva non sia stata definitivamente rimossa e accettata. A tale scopo sul calcestruzzo indurito il Direttore dei Lavori potrà disporre l'esecuzione di prove e controlli integrativi mediante prelievo di carote e/o altri metodi non distruttivi quali prove sclerometriche,

ultrasuoni misure di resistività, ecc., a totale carico dell'Appaltatore.

3.3 Preavvisi

Durante l'esecuzione di opere che, per effetto di operazioni successive, possano rendersi inaccessibili o non ispezionabili, l'Appaltatore dovrà sempre dare informazione scritta al Direttore dei Lavori prima di procedere con le fasi successive. Nel caso in cui l'Appaltatore non ottemperi a quanto sopra, il Direttore dei Lavori potrà richiedere allo stesso di mettere a vista, a sua cura e spese, le parti occultate o di rendere comunque accessibili le opere non ispezionate preventivamente.

In ogni caso, l'Appaltatore è tenuto a fornire settimanalmente al Direttore dei Lavori il programma dei getti che intende effettuare.

4 Caratteristiche dei materiali

I materiali utilizzati per la costruzione oggetto del presente capitolato debbono rispondere ai requisiti di seguito esposti.

Si precisa che tutti i materiali da impiegarsi nella costruzione e per i quali sia in vigore la relativa Marcatura CE, pur se non direttamente immessi sul mercato, dovranno esserne provvisti nel rispetto del relativo sistema di attestazione. Nel caso degli aggregati per calcestruzzo e per malte, in attesa di uno specifico documento ministeriale che regoli la materia, il sistema di attestazione dovrà comunque essere il 2+ (autocertificazione con verifica e sorveglianza di un Organismo Notificato).

4.1 Leganti idraulici

Per le opere in calcestruzzo, armato e non, ad esclusione degli sbarramenti di ritenuta, potranno essere impiegati unicamente cementi dei tipi I, II, III, IV, V per classi di resistenza 32.5, 42.5, 52.5 MPa che soddisfino i requisiti di accettazione di cui alla L.26/05/1965 n°595 ed al Decreto del Ministero per l'Industria, il Commercio e l'Artigianato del 13/09/1993, G.U. del 22/09/93, nonché del D.M.09/03/1988 n°126.

Il cemento, sempre provvisto di marcatura CE, dovrà provenire da fonti di approvvigionamento in grado di garantire la continuità di fornitura e la costanza del tipo.

L'Appaltatore richiederà al produttore di cemento di garantire sia la composizione per i costituenti del Clinker, specificandone il metodo di misura adottato per la loro determinazione, sia la costanza di composizione del prodotto in relazione ai contenuti di C3A e di C4AF nonché della finezza di macinazione.

I requisiti chimici e fisici del cemento e le resistenze meccaniche dovranno essere controllati dall'Appaltatore nella fase di qualifica delle materie prime. In corso d'opera, l'Appaltatore ogni 1.000 t di ciascun tipo e classe di cemento impiegato, presso il laboratorio di cantiere o presso un laboratorio ufficiale o di gradimento della Direzione Lavori, dovrà effettuare i controlli, per ciascun requisito previsto dalla norma UNI EN 197/1, mediante prelievi da eseguirsi in contraddittorio con il Fornitore, da autocisterne piombate all'arrivo presso l'impianto di betonaggio di cantiere ed allo stabilimento di prefabbricazione. La frequenza di cui sopra potrà essere dimezzata qualora, per ciascun tipo e classe di cemento utilizzato, l'Appaltatore consegni alla Direzione Lavori, ogni 10.000 t utilizzate, un'attestazione del produttore del cemento che dichiari il valore medio e l'intervallo di variabilità di ciascun requisito previsto dalla Norma UNI EN 197/1 relativo alle prove del mese precedente.

Copia di tutti i certificati di prova e delle eventuali dichiarazioni del produttore del cemento dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori

4.2 Calce

Le calce aeree ed idrauliche dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui alla Norma UNI EN 459-1:2002.

4.3 Acqua

L'acqua da usarsi nella confezione di malte e calcestruzzi, con particolare riferimento al contenuto di cloruri nel caso di realizzazione di strutture precomprese a trefolo pre-teso, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008-2003.

Per l'impiego di acqua proveniente dal recupero dei residui di calcestruzzo fresco, vale quanto specificamente riportato nel paragrafo "Modalità esecutive" della presente Sezione di CSA.

4.4 Aggregati

Tutti gli aggregati, in relazione alla loro destinazione d'uso, dovranno essere conformi alle norme UNI EN 12620, UNI EN 13139 e UNI EN 13242, e possedere la relativa Marcatura CE secondo il sistema di attestazione 2+.

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del conglomerato cementizio potranno provenire da trattamento, vagliatura e lavaggio di materiali alluvionali e/o da loro idonea frantumazione. Ove essi provengano da frantumazione di roccia compatta priva di significative intrusioni e contaminazioni di materiali terrosi, colloidali e vegetali, il loro ciclo di lavorazione potrà essere eseguito in mancanza di lavaggio.

Tutti gli aggregati impiegati nella confezione di calcestruzzi armati dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste per la classe A nella norma UNI 8520, parte 2 (e successivi aggiornamenti). Aggregati di classe B, dietro preventiva autorizzazione della Direzione Lavori potranno essere utilizzati per opere non armate e/o accessorie.

Si dovranno, altresì, adottare particolari cautele nell'utilizzare aggregati che, sulla base delle analisi eseguite, risultino esposti a rischio di reagire chimicamente con gli alcali contenuti nel cemento. Alla Direzione Lavori, preliminarmente alla esecuzione delle prove di laboratorio per la qualifica delle miscele di calcestruzzo, dovrà essere data anticipata comunicazione circa i provvedimenti che l'Appaltatore intende applicare al fine di escludere tali fenomeni. La Direzione dei Lavori avrà comunque la possibilità di rifiutare soluzioni che ritenga inadeguate.

Tutte le caratteristiche degli aggregati, di cui alla citata norma UNI 8520 parte 2, dovranno essere verificate con le frequenze indicate nella "*Specifiche di Controllo Qualità*".

Le caratteristiche degli aggregati, previste nelle citate Norme UNI EN 12620 ed UNI 8520 parte 2, se forniti di Marcatura CE secondo il livello di attestazione 4, dovranno essere verificate dall'Appaltatore nel proprio laboratorio, o presso un laboratorio approvato dalla Direzione Lavori, con le cadenze previste dalla relativa norma UNI EN di riferimento.

Qualora l'aggregato disponesse di Marcatura CE con sistema di attestazione 2+, ovvero con verifiche effettuate da un Organismo Accreditato, l'Appaltatore otterrà dal produttore gli esiti delle prove che egli avrà compiuto, con le dovute frequenze e per l'intera durata dei lavori, dandone copia alla Direzione Lavori.

In ogni caso ed indipendentemente dal sistema di attestazione, sugli aggregati destinati alla confezione di calcestruzzi, opere edili stradali e malte, l'Appaltatore è tenuto ad eseguire le seguenti prove:

- alla qualifica, ad ogni cambio di cava o significativo cambio di fronte di scavo, in caso di dubbio ed a richiesta della Direzione Lavori:
 - potenziale reattività agli alcali (UNI 8520-22);
 - contenuto di cloruri (EN 1744-1 punto 7);

- contenuto di solfati (EN 1744-1 punto 12);
 - analisi granulometrica (UNI EN 933-1) di tutte le classi impiegate;
 - verifica del modulo di finezza delle sabbie (UNI 8520-2 appendice A, A-1);
 - passante allo staccio 0,063 mm (UNI EN 933-1) di tutte le classi impiegate;
 - valore dell'equivalente in sabbia e del valore di blu (nei casi previsti dalla UNI 8520-2 – prospetto 1)
- In corso di fornitura e per ogni 2.000 m³ di calcestruzzo posti in opera:
- analisi granulometrica (UNI EN 933-1) di tutte le classi impiegate;
 - verifica del modulo di finezza delle sabbie (UNI 8520-2 appendice A, A-1);
 - passante allo staccio 0,063 mm (UNI EN 933-1) di tutte le classi impiegate;
 - valore dell'equivalente in sabbia e del valore di blu (nei casi previsti dalla UNI 8520-2 – prospetto 1).

4.5 Additivi

Il loro impiego, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel *Mix Design* della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata. Tutti gli additivi impiegati dovranno essere conformi alle norme EN 934-2 ed alla serie collegata EN 480, parti 1÷12, relative ai metodi di prova. Per tutti gli additivi è richiesta una specifica documentazione indicante le caratteristiche chimico-fisiche nonché la "spettrografia dell'analisi a raggi infrarossi" che attesti la totale corrispondenza del prodotto alle specifiche dichiarate in fase di adozione dell'additivo medesimo del *Mix Design*.

Gli additivi potranno essere impiegati solo dopo valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Sarà cura dell'Appaltatore inviare preventivamente alla Direzione Lavori la documentazione tecnica, basata su un'ampia sperimentazione pratica, su tipo, dosaggi ottimali ed eventuali effetti collaterali dell'additivo sul calcestruzzo.

Particolare cura dovrà essere posta al controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del conglomerato fresco in relazione alle temperature medie stagionali ed ai tempi massimi di messa in opera del calcestruzzo.

4.5.1 Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Nel caso di impiego di additivi fluidificanti e superfluidificanti, in particolari condizioni di posa in opera (climi estremamente caldi, lunghe percorrenze dall'impianto di betonaggio alla bocca di getto, prevedibili lunghe attese prima del getto, ecc.) potrà essere autorizzata o l'immissione dell'additivo al punto di scarico dell'autobetoniera, o una ulteriore additivazione. In ogni caso è indispensabile:

assicurare l'aggiunta di una quantità nota di additivo residuo che, pertanto, sarà pre-dosato all'impianto,

- che il dosaggio complessivo di additivo non risulti superiore a 1,5 volte la quantità stabilita nel *Mix Design* e/o indicata dal suo produttore.
- che gli additivi superfluidificanti di prima e di seconda additivazione siano di identica marca e tipo. Nel caso in cui il *Mix Design* preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del *Mix Design* e di prequalifica della miscela, quindi siano stati sottoposti alla preventiva autorizzazione della Direzione Lavori.

Dopo la immissione di additivo sul luogo di utilizzo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione del calcestruzzo per almeno 4 minuti prima dello scarico. La Direzione dei Lavori

potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelazione.

4.5.2 Additivi aeranti

In caso di conglomerati cementizi per la realizzazione di opere sottoposte a cicli di gelo e disgelo dovranno essere utilizzati specifici additivi aeranti al fine di garantire il rispetto delle prescrizioni delle *Linee Guida* del Ministero dei LL.PP. sul calcestruzzo strutturale (Settembre 2017).

4.5.3 Additivi ritardanti

Additivi ritardanti potranno essere utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche (temperature particolarmente elevate);
- opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

4.6 Aggiunte

L'eventuale impiego di cenere volante o microsilice dovrà essere previsto e concordato con la Direzione Lavori in sede di prequalifica del materiale

Le aggiunte, per quanto previste, dovranno essere eseguite con materiali conformi alle norme in vigore (in particolare UNI EN 450 per le ceneri volanti e prEN 13263 per la micro-silice) e nei limiti fissati dalla UNI 11104:2016. Particolare cura dovrà essere prestata alla loro influenza sulla richiesta d'acqua e sulla durabilità dell'opera.

In caso di utilizzo di ceneri volanti e/o microsilice, come aggiunte in sostituzione della frazione fine delle sabbie, dovranno essere soddisfatte tutte le caratteristiche fisico-chimico-meccaniche dei conglomerati cementizi allo stato fresco ed indurito prescritte nei successivi punti.

4.6.1 Ceneri volanti

Le ceneri volanti, che costituiscono il residuo solido della combustione di carbone, dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, etc.) in misura tale che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento. In caso d'uso la loro idoneità dovrà essere documentata da prove preliminari concordate con la Direzione Lavori Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche che devono soddisfare i requisiti delle UNI EN 450 del settembre 1995 e che sono indicati nella Tabella 2.

Tabella 2: Ceneri volanti - requisiti e frequenze di prova

Caratteristica	UdM	Limiti di accettazione	Tolleranze	Frequenza prove
Perdita al fuoco (p.p.c.) (1 ora) UNI EN 196/2	%	≤ 5,0	+ 2,0	alla qualifica ogni due mesi
Cl (cloruri) - UNI EN 196/21	%	≤ 0,1	+ 0,01	alla qualifica annuale
SO ₃ (anidride solforica) - UNI EN 196/2	%	≤ 3,0	+ 0,5	alla qualifica annuale
Ossido di calcio libero - UNI EN 451/1	%	≤ 1,0	+ 0,1	alla qualifica annuale
(*) Stabilità volumetrica (se l'ossido di calcio libero è compreso tra 1 e 2,5%) Prova le Chatelier UNI EN 196-3	%	≤ 5,0	+ 2,0	alla qualifica annuale

Caratteristica	UdM	Limiti di accettazione	Tolleranze	Frequenza prove
Trattenuto al vaglio da 45 micron UNI EN 451/2	%	40 ≤ 40	± 10	alla qualifica ogni due mesi
Massa Volumica Reale UNI EN 196/6	t/m ³	val. medio dichiarato	± 150	Mensile o 1000 t
Indice di attività pozzolanica a 28 gg. Indice di attività pozzolanica a 90 gg. (UNI EN 196/1 - cemento di rif. CEM I)	%	≥ 75 ≥ 85	- 5 - 5	Mensile o 1000 t

Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. Se si utilizzano cementi di tipo I, la quantità di ceneri potrà essere elevata fino al 33% del peso del cemento. La loro aggiunta potrà essere computata nel dosaggio del cemento e del rapporto A/C con le proporzioni (K) indicate dalla norma UNI 11104:2016.

Ove sia richiesto l'uso dei cementi resistenti ai solfati con basso tenore di C₃A (alluminato tricalcico) l'aggiunta non è consentita. La eventuale maggior richiesta d'acqua potrà essere compensata con un maggior dosaggio di additivo.

Nella progettazione del *Mix Design* e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri, superiore al 10%.

4.6.2 Micro-silice (fumi di silice/silica fume)

La micro-silice è silice attiva colloidale amorfa, costituita da particelle sferiche isolate di SiO₂ con diametro compreso tra 0.01 e 0.5µm ottenuta dal processo metallurgico di produzione di silicio metallico o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco.

La micro-silice può essere fornita allo stato naturale, come ottenuta dai filtri di depurazione, oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di almeno il 50% in massa.

Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisico-chimiche che dovranno essere comprese entro i valori indicati nella tabella seguente:

Tabella 3 - Micro-silice - requisiti e frequenze di prova

Caratteristiche	Unità di misura	Limiti di accettazione		Frequenza delle prove
SiO ₂	%	≥ 85	Da 70 a 85	mensile ogni 100 t
CaO	%	≤ 1,2	≤ 20	
Superficie specifica	m ² /gr	da 20 a 35	Da 10 a 20	
Al ₂ O ₃	%	≤ 0,4		
NA ₂ O + K ₂ O	%	≤ 4,0		
Cl	%	≤ 0,2		
MgO	%	≤ 0,9		
Carbone libero (da calcinazione)	%	≤ 4,0		
Umidità (in forno a 106°C)	%	≤ 1,0		
Ph	-	6,3 - 6,8		
Fe ₂ O ₃	%	≤ 0,3		
Massa volumica reale	t/m ³	2,1 - 2,4		

Il dosaggio della silice fume non deve comunque superare l'11% del peso del cemento.

Se si utilizzano cementi di tipo I potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto A/C una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento; l'aggiunta di microsilice sarà computata con le seguenti proporzioni K:

CEM I per $A/C \leq 0.45$: K = 2 del loro peso

CEM I per $A/C > 0.45$: K = 2 del loro peso²

Per calcestruzzi in cui sia richiesto un contenuto minimo di cemento di 300 Kg/m³, non potranno essere praticate sostituzioni con micro-silice che comportino riduzioni di dosaggio di oltre 30 Kg/m³. La eventuale maggior richiesta d'acqua potrà essere compensata con un maggior dosaggio di additivo.

Nella progettazione del *Mix Design* e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto, privo di silice fume, superiore al 10% di quanto indicato dal suo produttore.

4.7 Acciai d'armatura

Gli acciai d'armatura ordinaria e da precompressione dovranno essere in accordo alla L.05/11/1971 n°1086 e D.M.17/01/18.

Gli acciai d'armatura ordinaria dovranno essere di tipo B450C.

Gli inserti metallici saranno del tipo S355 secondo il succitato D.M. 17/01/18 e la EN1090-1.

Gli acciai d'armatura ordinaria deve essere qualificato secondo le procedure riportate nel Decreto Ministeriale vigente ed emesso a seguito della Legge 1086/71.

Tutti gli acciai devono essere ad adherenze migliorata, e tutte le forniture devono essere accompagnate da un certificato rilasciato da un laboratorio autorizzato alle verifiche periodiche. Copia di questi certificati deve essere consegnata alla Direzione Lavori.

I dispositivi di raccordo e di ancoraggio devono essere conformi alle norme.

4.8 Casseforme

Per poter rispettare le quote e le tolleranze geometriche progettuali le casseforme devono essere praticamente indeformabili quando, nel corso della messa in opera del calcestruzzo, sono assoggettate alla pressione del calcestruzzo ed alla vibrazione.

E' generalmente prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati adeguatamente impregnati ed impermeabilizzati; in ogni caso dovranno avere dimensioni o spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite e controventate ed essere perfettamente accostate per assicurare la migliore riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro rispondenza dimensionale ai disegni di progetto, anche in funzione dei ritmi di getto.

In tutte le casseforme ottenute mediante l'accostamento di pannelli devono essere predisposti giunti a tenuta affinché la fase liquida del calcestruzzo, o boiaccia, non furiesca provocando difetti estetici sulla superficie del getto, eterogeneità nella tessitura e nella colorazione, nidi di ghiaia. La tenuta delle casseforme deve essere curata in modo particolare nelle strutture con superfici di calcestruzzo a vista e, dove necessario, verrà migliorata utilizzando giunti preformati adattati anche al riutilizzo o con mastice e/o con guarnizioni monouso.

Le casseforme assorbenti, costituite da tavole o pannelli di legno non trattato o altro materiale assorbente, calcestruzzo compreso, prima della messa in opera del calcestruzzo saranno opportunamente saturate con acqua. Si deve aver cura di eliminare ogni significativa traccia di ruggine nelle casseforme metalliche. Nel caso di utilizzo di casseforme in tavole di legno, inoltre, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che

² Per calcestruzzi soggetti alla carbonatazione ed ai cicli di gelo e disgelo: K=1.

non abbiano a presentarsi perdite di boiaccia e, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

Nel caso di cassetatura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

5 Caratteristiche delle miscele

5.1 Requisiti generali

Le miscele di calcestruzzo dovranno raggiungere le caratteristiche minime di resistenza e durabilità prescritte dalla progettazione e soddisfare i requisiti indicati nella Tabella 1

Il dosaggio e il tipo di cemento, nel rispetto dei valori minimi di cui alla Tabella 1, devono essere scelti in relazione alle caratteristiche costruttive dell'opera ed a quelle ambientali, con particolare riferimento a: resistenze meccaniche, tempi di disarmo, probabile differenza termica tra nucleo del getto e temperatura ambientale.

La quantità minima di cemento da impiegare nella preparazione dell'impasto corrisponderà al maggiore valore tra quelli indicati, per i vari tipi di conglomerato, nella Tabella 1 e quelli riportati dalla UNI 11104:2016, prospetto 4, in relazione alla classe di esposizione nella quale ogni struttura viene realizzata. Tali limiti devono intendersi inderogabili indipendentemente dal tipo di cemento usato.

In condizioni di attacco chimico del conglomerato la quantità minima di cemento sarà quella prevista dalle norme UNI 8981-1 e susseguenti e, se non specificata dal progettista, verrà espressamente indicata dall'appaltatore (cui compete il *Mix Design*) ed approvata dalla Direzione Lavori

5.2 Progettazione delle miscele

5.2.1 Composizione granulometrica

Le miscele di calcestruzzo dovranno essere ottenute mediante l'impiego di almeno tre distinte classi granulometriche. Una classe granulometrica che dovesse essere contenuta in misura inferiore al 10% del totale degli aggregati non è da considerarsi classe granulometrica distinta ma correttivo della classe adiacente per dimensione.

Gli aggregati appartenenti a diverse classi granulometriche e mescolati tra loro in adeguate percentuali, dovranno formare miscele granulometriche costanti tali che l'impasto fresco ed indurito abbia i requisiti, nel seguito indicati, di consistenza, omogeneità, aria inglobata, resistenza, permeabilità e ritiro. Si dovrà adottare una curva granulometrica che, tenuto conto di:

- dosaggio di cemento;
- caratteristiche dimensionali della(e) struttura(e) da gettare con particolare riferimento a copriferro ed interferro;
- esigenza (eventuale) di ottenere strutture impermeabili;
- necessità (eventuale) di pompaggio;
- mezzi di vibrazione e compattazione;
- esigenza (eventuale) di ottenere superfici a vista;

dia la massima compattezza al conglomerato cementizio, compatibilmente con gli altri requisiti nel seguito indicati. consenta al calcestruzzo di raggiungere la maggiore massa volumica (densità) ovvero la maggiore eliminazione di vuoti. A condizione che gli aggregati non abbiano una composizione granulometrica comprovata costante e che non si ottenga comunque una composizione molto prossima alla curva di riferimento prescelta, in una singola frazione granulometrica non dovranno essere presenti, di norma, più del 20% in peso di frazioni granulometriche presenti nella frazione inferiore

Una volta scelta la curva granulometrica di riferimento, la miscela delle classi granulometriche impiegate dovrà fornire una curva risultante tale per cui le differenze tra le percentuali ottenute ai vari setacci e le percentuali della curva di riferimento diano una somma algebrica la più prossima possibile a zero. In ogni caso tale valore non potrà essere: $> 2 ns$, dove ns corrisponde al numero dei setacci utilizzati corrispondenti alla serie base+1 o alla serie base+2 secondo UNI EN 12620.

E' facoltà della Direzione Lavori approvare eventualmente l'adozione di granulometria discontinua con preventiva verifica che l'impasto risponda ai seguenti requisiti: assenza di segregazione alla classe di consistenza superiore a quella prevista per la messa in opera e contenuto d'aria (in assenza di aeranti) non superiore al 2%, ferme restando le altre prescrizioni sulle caratteristiche del calcestruzzo.

Il diametro massimo dell'aggregato dovrà essere scelto secondo quanto prescritto dalla UNI EN 206-1:2016.

Per quanto concerne gli aggregati fini, per la preparazione di una miscela potrà essere usata una sabbia o due sabbie. Le caratteristiche petrografiche, granulometriche, chimiche, fisiche e meccaniche delle sabbie dovranno rispondere ai limiti di accettazione stabiliti dalla norma UNI 8520/2 per aggregati fini di Categoria "A", fatte salve le specifiche più restrittive riportate nella presente Sezione di CSA, concernenti la massa volumica e l'assorbimento superficiale. Nel caso di uso contemporaneo di due sabbie i limiti di accettabilità dettati dalla norma UNI 8520/2 per quanto concerne il contenuto di passante allo 0,063 mm, il modulo di finezza (Mf) e l'equivalente in sabbia (Es), saranno misurati rispetto alla miscela delle due sabbie. Per quanto concerne invece le singole sabbie componenti le miscele, queste dovranno rispettare in ogni caso i limiti fissati dalla UNI 8520-2.

Non sarà ammesso in alcun modo l'impiego di sabbie aventi già in fase di progettazione (o come valore standard) un modulo di finezza (secondo UNI 8520/5), superiore a 3.4; in fase di produzione, il valore di Mf (modulo di finezza) -da verificare per singoli campioni post-prelevati all'impianto non dovrà superare il valore di 3,6. In tale eventualità L'Appaltatore è tenuto a rimuovere dal cantiere (tramogge comprese) tutta la sabbia in questione e, nel caso in cui la cosa si ripetesse, a cambiare fonte di approvvigionamento procedendo ad una nuova qualifica delle miscele.

5.2.2 Rapporto Acqua/Cemento

La quantità d'acqua da usare per il confezionamento dell'impasto dovrà essere calcolata tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati con riferimento alla norma UNI 8520/86, parte 13, per la condizione "Satura a superficie asciutta", per la quale l'aggregato non assorbe né cede acqua all'impasto.

5.2.3 Lavorabilità

Il parametro indicatore della lavorabilità del calcestruzzo fresco è la misura dell'abbassamento al Cono di Abrams (slump test) espresso in cm secondo UNI EN 12350-2; tale prova dovrà essere eseguita il più frequentemente possibile e comunque almeno:

- ogni 50m³ di getto;
- in concomitanza a ciascun prelievo di campioni secondo quanto specificato dall'Aggiornamento delle *Norme Tecniche* emanate in applicazione dell'art.21 della L.05/11/1971 n°1086 e D.M. 17/01/2018.

La prova è considerata significativa per abbassamenti compresi fra 1 e 21 cm. Il calcestruzzo dovrà inoltre presentarsi non segregato e la quantità di acqua essudata, misurata secondo la Norma UNI 7122/72, non dovrà essere superiore allo 0,1% (0,15% solo per getti massicci).

Per il calcestruzzo in classe di consistenza S1 è ammesso il controllo dell'indice di compattabilità (EN 12350-4).

In alternativa allo Slump test è ammesso anche il controllo dello spandimento alla tavola a scosse secondo la Norma EN 12350-5: in tal caso dovranno essere preliminarmente definiti i campi di consistenza in accordo alla UNI EN 206-1:2016.

Tabella 4 - Classi di consistenza del calcestruzzo

Classe di consistenza	SLUMP [mm]	Denominazione corrente
S1	10-40	UMIDA
S2	50-90	PLASTICA
S3	100-150	SEMIFLUIDA
S4	160-210	FLUIDA
S5	>220	SUPERFLUIDA

5.2.4 *Contenuto d'aria*

Per calcestruzzi non aerati il contenuto d'aria deve risultare inferiore al 2%.

Il contenuto d'aria per calcestruzzi normali aerati non deve superare i seguenti limiti:

- 4% per $D_{max} \geq 20\text{mm}$
- 5% per $D_{max} < 20\text{mm}$

5.2.5 *Resistenza dei calcestruzzi agli agenti esterni*

Si dovrà tenere conto delle raccomandazioni della norma UNI 8981-1 e susseguenti e di quanto riportato nei paragrafi seguenti.

5.2.6 *Calcestruzzi resistenti ai cicli di gelo-disgelo*

I calcestruzzi sottoposti in opera a cicli di gelo-disgelo dovranno essere confezionati in accordo alle UNI EN 206-1 e UNI 8981 parte 4 e dovranno contenere additivi aeranti.

La percentuale di aria occlusa, misurata secondo UNI 12350-7 dopo corretta vibrazione, dovrà essere conforme ai dati della Tabella 5.

Tabella 5 - Percentuale di aria occlusa nel calcestruzzo fresco aerato

Diametro massimo degli aggregati [mm]	Aria occlusa %
10	7,0
15	6,0
20	5,0
25	4,0
40	4,0 – 5,0

Tali calcestruzzi, qualora prescritto o richiesto dalla Direzione Lavori, saranno sottoposti alla prova di determinazione della resistenza al degrado per cicli di gelo e disgelo secondo la Norma UNI EN 13671.

5.2.7 *Calcestruzzi resistenti all'attacco chimico*

All'Appaltatore compete l'onere dell'accertamento della presenza e concentrazione di agenti aggressivi nel terreno e nelle acque di contatto ai fini della valutazione dell'attacco chimico cui potrebbero essere sottoposti i calcestruzzi per i quali si dovranno rispettare le norme UNI 8981 e UNI 9156.

In presenza di un grado di aggressività definito "molto forte" a giudizio della Direzione Lavori, i limiti di composizione dei cementi di cui alla norma UNI 9156 richiamati dalla norma UNI 8981, parte 2,

devono intendersi modificati nel senso che, per qualsiasi tipo di cemento, il contenuto di alluminato tricalcico (C₃A) deve essere non superiore all'1%, con l'eccezione dei tipi III B e III C per i quali il C₃A non deve essere superiore al 2% e per i tipi IV A e IV B per i quali C₃A non deve essere superiore al 3,5%.

Ove richiesta una specifica resistenza ai solfati, dovrà essere rispettato quanto previsto nelle norme UNI 9158. Il contenuto di C₃A sarà verificato mediante analisi diffrattometrica dei raggi X (QRXD).

Ove richiesta una specifica resistenza al dilavamento della calce d'idrolisi presente nei cementi, dovrà essere rispettata la UNI 8981-3.

Per quanto attiene gli agenti chimici aggressivi non considerati nelle predette norme UNI 8981, rimane l'obbligo dell'accertamento, da parte dell'Appaltatore, della presenza di tali agenti nell'ambiente, mentre i rimedi verranno concordati anche con il progettista dell'opera e con quelli del *Mix Design*, quindi presentati per approvazione, di volta in volta alla Direzione Lavori

5.3 Prequalifica del calcestruzzo (studio del mix design)

Ogni miscela di calcestruzzo, pur se progettata nel rispetto di quanto contenuto nel precedente paragrafo, deve essere oggetto di qualifica preliminare. La qualifica preliminare, o pre-qualifica, è finalizzata ad accertare che:

- le materie prime componenti siano tali da soddisfare i requisiti delle norme che ne regolano la produzione, il controllo e la immissione sul mercato;
- esse, inoltre, siano tali ed assortite in modo tale da soddisfare le prescrizioni del progetto e del capitolato;
- i calcestruzzi con essi confezionati, prima della loro messa in produzione, abbiano dimostrato di possedere, allo stato fresco, le caratteristiche reologiche che, previste dal progetto e dal capitolato, assicurano il Direttore dei Lavori di poter essere congruamente messi in opera con i mezzi che, a tal fine, l'Appaltatore intende utilizzare;
- i calcestruzzi stessi, allo stato indurito ed a seguito di corretta stagionatura, possano conferire alle strutture con essi realizzate, le necessarie resistenze e durabilità previste dal progetto.

Il processo di qualifica delle miscele va attuato per ciascun cemento, ovvero per ciascuna origine, classe, tipo e sotto-tipo di cemento il cui utilizzo sia previsto nell'ambito dei lavori oggetto del contratto.

Si procederà nel modo seguente:

- a. si identifichi quale cemento (cemento base) verrà impiegato in misura maggiore privilegiando, a sostanziale parità d'uso, quello destinato alla confezione dei calcestruzzi più prestazionali.
- b. Si definisca la composizione granulometrica più prossima alla curva di riferimento scelta e, applicando il metodo litrico, o dei volumi assoluti, si determinino i pesi unitari di ciascun componente la miscela per tre distinti dosaggi di cemento: 250, 350 e 450 Kg/m³.
- c. Utilizzando il cemento base, si confezionino tre impasti di prova per ciascuno dei tre dosaggi di cui al punto precedente, avendo cura di confezionare, per ogni giorno di lavoro, un solo impasto per ciascuno dei tre dosaggi. Nella confezione degli impasti di prova verranno rispettati i pesi di tutti i componenti ad esclusione dell'acqua il cui dosaggio sarà regolato al fine di ottenere l'abbassamento al cono (slump test) superiore della classe di consistenza prevista. Ogni impasto di prova avrà un volume minimo di 50 litri.
- d. Per ciascun impasto saranno eseguite le seguenti determinazioni:
 - verifica della massa volumica secondo UNI EN 12350-6. La massa volumica così determinata, comparata al peso di tutti i componenti la miscela di prova, attraverso

il semplice calcolo matematico fornirà gli esatti pesi di ogni componente la miscela per 1 m³ di calcestruzzo;

- verifica dell'esatto valore del rapporto acqua/cemento;
 - verifica della classe di consistenza mediante prova di abbassamento al cono (UNI EN 12350-2);
 - verifica del contenuto d'aria (UNI EN 12350-7);
 - verifica dell'acqua essudata (UNI 7122);
 - verifica della resistenza alla compressione mediante rottura di tre cubetti per ciascuna delle stagionature 3, 7 e 28gg. I cubetti vanno confezionati e stagionati nel rispetto della UNI EN 12390-2. Nel caso in cui le cubiere usate non siano conformi alle prescrizioni della UNI 12390-1, i cubetti, prima della loro rottura, dovranno essere sottoposti ad accurata rettifica. Le tre dimensioni di ciascun cubetto, prima della rottura, vanno rilevate e registrate per la verifica della loro reale densità.
 - La media dei tre risultati di rottura di ciascun impasto, per ognuna delle tre stagionature previste, rappresenta la resistenza del prelievo. La media dei tre prelievi relativi allo stesso dosaggio di cemento, rappresenta la resistenza del dosaggio.
- e. La resistenza a 28gg dei tre dosaggi, 250,350 e 450 Kg/m³, consente di determinare la curva di correlazione tra la resistenza media ed il dosaggio di cemento per il cemento base.
- f. Per i cementi diversi dal cemento base il cui impiego sia previsto nell'opera, si procederà alla confezione dei tre impasti di prova, secondo quanto già prescritto nei precedenti punti c e d, limitatamente al dosaggio 350 Kg/m³. Determinata così la resistenza del dosaggio, per lo specifico cemento usato, si assume che per essa passi una curva di correlazione, tra dosaggio di cemento e resistenza media alla compressione, di forma analoga a quella riscontrata per il cemento base nel precedente punto e.
- g. Determinate così, attraverso le prove preliminari di qualifica, le curve di correlazione tra resistenza media e dosaggio dei vari cementi previsti in uso, si passa alla individuazione dei dosaggi di cemento che sono ritenuti utili al raggiungimento delle resistenze caratteristiche previste dal progetto. A tal fine, in attesa della corretta analisi statistica dei risultati in corso d'opera, si operi assumendo che ogni resistenza caratteristica debba essere raggiunta ottenendo una resistenza media pari alla caratteristica aumentata di 10 MPa nel caso di impianto privo di mescolatore od aumentata di 7 MPa nel caso di impiego di mescolatore:
- senza mescolatore fisso: $R_m = R_{ck} + 10 \text{ MPa}$
con mescolatore fisso: $R_m = R_{ck} + 7 \text{ MPa}$
- h. Le curve di correlazione tra dosaggio e resistenza media sperimentalmente riscontrate e di cui ai precedenti punti e ed f, forniranno il dosaggio di cemento che, per il cemento previsto, risulterà utile ad ottenere la voluta resistenza caratteristica.
- i. L'Appaltatore verificherà infine che il dosaggio così determinato, per ogni classe di resistenza, consenta il rispetto anche di ogni altro parametro quale, a titolo esemplificativo ma non riduttivo, rapporto acqua/cemento e/o altri parametri della composizione legati al rispetto della prevista classe di esposizione.

Il processo di qualifica delle miscele è indifferente al fatto che il calcestruzzo sia prodotto dall'Appaltatore o da lui acquistato preconfezionato o comunque prodotto.

5.4 Qualifica del calcestruzzo in impianto

Le prove di qualifica del calcestruzzo, secondo le composizioni come sopra definite (*Mix-Design finale*), andranno eseguite negli impianti qualificati che, pertanto, abbiano almeno superato

positivamente tutte le procedure di taratura delle bilance, dei dosatori, delle sonde e di controllo del software di gestione.

Le miscele qualificate in un impianto di betonaggio s'intenderanno qualificate e quindi utilizzabili anche in altri impianti, purché qualificati.

All'impianto di betonaggio tutte le prove di qualifica e i prelievi verranno effettuati da un Laboratorio Ufficiale specificamente Autorizzato.

Verificata la corrispondenza della composizione della miscela inserita nei software di gestione, registrata la temperatura dell'acqua di impasto e dell'aria, si procederà ad effettuare un carico di almeno 4 m³ di calcestruzzo, avendo cura di:

- frazionare il carico in 2 pesate parziali da 2 m³ ciascuna;
- impostare un tempo di miscelazione del mescolatore fisso non inferiore a 40 secondi;

Dopo aver accertato dal documento di carico, che l'impasto è avvenuto nel rispetto della tolleranza dei singoli componenti e trascorso il tempo minimo necessario per garantire l'omogeneità dell'impasto, si procederà ad effettuare le prove sul calcestruzzo fresco, sempre ad opera del Laboratorio Ufficiale/Autorizzato nel seguente modo:

ad 1/5 circa dello scarico della betoniera:

- slump;
- massa volumica;
- aria inglobata;
- acqua essudata;
- temperatura del calcestruzzo (in rapporto alla temperatura dell'ambiente);
- trattenuto di aggregato al setaccio di 4 mm;
- prelievo per la confezione di 8 cubetti;
- controllo della composizione del calcestruzzo fresco UNI 6393 (limitatamente al contenuto d'acqua)

ai 4/5 circa dello scarico della betoniera:

- slump;
- aria inglobata;
- trattenuto di aggregato al setaccio di 4 mm (per prova di omogeneità rispetto al valore del primo quinto);
- prelievo per la confezione di 8 cubetti;
- controllo della composizione del calcestruzzo fresco UNI 6393 (limitatamente al contenuto d'acqua)

La prova a compressione verrà eseguita dal Laboratorio Ufficiale/Autorizzato a ciascuna delle seguenti scadenze: 2 cubetti a 3 giorni di maturazione, 2 a 7 giorni e 4 a 28 giorni.

La qualifica si intenderà positivamente superata allorquando:

- la media dei risultati a compressione dei due prelievi (media dei 4 provini a 28 giorni del prelievo ad 1/5 e media dei 4 provini a 28 giorni del prelievo ai 4/5) risulti maggiore alla classe di resistenza cui i prelievi si riferiscono aumentata di 1,64 volte la valutazione dello scarto quadratico medio risultante, ovvero di non meno di 8 MPa;
- la resistenza media così riscontrata non si discosta di oltre il 15% dal risultato a compressione ottenuto in sede di pre-qualifica della miscela rapportata allo stesso dosaggio di cemento e classe di consistenza;
- sia verificata l'omogeneità del carico dopo 1/5 e dopo 4/5 dello stesso se:
 - o la differenza in peso del materiale trattenuto al setaccio da 4 mm, tra i due campioni non varia più del 3% rispetto i pesi dei due campioni di calcestruzzo;

- o i valori dello slump ad 1/5 e 4/5, eseguiti entro 15', non differiscano tra di loro più di 3 cm;
- l'aria inglobata, per calcestruzzi aerati, sia conforme ai valori prescritti ($\pm 1\%$) e tra i due prelievi i valori non differiscano di oltre 1.5 punti percentuali, e per il calcestruzzo standard \leq al 2,0% con differenza massima tra le due letture di 0.5 punti percentuali;
- il dosaggio dell'acqua ottenuto con l'effettuazione della prova UNI 6393/72 non si scosti più del 5% rispetto ai valori indicati nella stampa di carico;
- il valore della massa volumica dia $\pm 1\%$ rispetto quella del Mix di pre-qualifica;
- il valore dello slump sia conforme alla classe di consistenza dichiarata, inoltre a scopo conoscitivo, si potranno eseguire anche prove del mantenimento della lavorabilità eseguendo lo slump a 60' e 90';
- il valore dell'acqua essudata, secondo UNI 7122/89, non superi il valore dello 1% dell'acqua totale dell'impasto;

Al termine dell'attività di qualifica relativa a ciascuna miscela di calcestruzzo, a fronte dei certificati del Laboratorio, verrà compilato un *Dossier di qualifica*, che verrà inviato alla Direzione Lavori per approvazione.

5.5 Documentazione

Si dovrà produrre una relazione di qualifica, anche in tre fasi (vedi capitolo 3.1) per ogni tipo e classe di conglomerato, alla quale si dovranno allegare i seguenti documenti:

- Elenco dei materiali impiegati, indicante fornitore, provenienza, tipo, eventuale classe e qualità dei medesimi.
- Certificati di conformità dei materiali costituenti la miscela d'impasto.
- Certificato della massa volumica reale s.s.a., massa volumica reale ed assorbimento, per ogni classe diaggregato, secondo EN 1097-6.
- Studio granulometrico del calcestruzzo.
- Tipo, classe e dosaggio del cemento.
- Rapporto acqua/cemento.
- Marca, denominazione, tipo e dosaggio degli eventuali additivi
- Proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica
- Valore della consistenza misurata al Cono di Abram
- Risultati delle prove preliminari di resistenza a compressione, effettuate in laboratorio (Paragrafo 4.3) e curve di resistenza nel tempo.
- Curve di resistenza in funzione dei valori di slump e del rapporto A/C;
- Preparazione di provini per la determinazione delle caratteristiche di durabilità del conglomerato cementizi
- Descrizione dell'impianto di confezionamento con particolare riferimento ai seguenti sistemi e procedure:
 - pesatura/dosaggio di ogni componente e relative tarature;
 - strumento (sonda resistiva, a micro-onde, ...) per la misurazione dell'umidità delle sabbie e sistema per la valutazione di quella degli aggregati grossi;
 - mescolazione (fissa di impianto, con relativo tipo di mescolatore e tempi programmati di mescolazione) o, in alternativa, in autobetoniera (con modalità e tempi minimi di mescolazione);
 - automatismo e registrazione delle pesate reali;
 - operatività in manuale, in caso di accidentale non operatività dell'automatismo, e relativo sistema di registrazione delle singole pesate.

- Sistemi di trasporto, di getto e di maturazione
- piani di manutenzione di impianti e betoniere
- relazione che confermi la qualifica del calcestruzzo secondo quanto indicato al punto precedente (Paragrafo 4.4).

5.6 Approvazione della Direzione Lavori

Le documentazioni di cui sopra verranno trasmesse dall'Appaltatore alla Direzione Lavori. Questa, dopo l'esame dei documenti e dei risultati dei relativi impasti di prova, approverà, se le riterrà idonee, l'impiego delle miscele oggetto di qualifica, con l'emissione, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio, di un apposito documento di approvazione.

L'approvazione da parte della Direzione Lavori, in base alle norme vigenti, non solleva in alcun modo l'Appaltatore dalle sue responsabilità. Pertanto contro nessuna responsabilità e per alcun titolo, potrà essere addebitata alla Direzione Lavori in relazione alla sua approvazione.

Tale qualifica dovrà essere ripetuta, con le medesime modalità, ogni qualvolta venissero a modificarsi le caratteristiche fisico-chimiche di uno dei componenti del conglomerato cementizio ed ovviamente ogni qualvolta vengono variate le fonti di approvvigionamento.

6 Modalità di esecuzione

6.1 Produzione e movimentazione del calcestruzzo

La produzione ed il trasporto del calcestruzzo, per quanto non diversamente indicato nel presente documento, dovrà avvenire nel rispetto di quanto indicato nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato emesse dal Consiglio Superiore dei Lavori pubblici. Per tale ragione gli elementi al proposito precisati nel seguito, sono da intendersi non esaustivi ma quale evidenziazione di alcuni passi delle Linee Guida in questione.

6.1.1 Qualifica degli impianti

La qualifica della centrale di betonaggio, e la verifica della sua capacità a produrre calcestruzzi con caratteristiche in accordo a quelle indicate nella presente sezione del Capitolato Speciale d'Appalto, avverrà dopo la verifica della taratura dell'impianto.

L'Appaltatore effettuerà la qualifica dell'impianto e redigerà una relazione delle verifiche tecniche effettuate che attesti l'esistenza e l'efficienza di tutti i mezzi e le apparecchiature secondo quanto indicato in Capitolato ed in particolare dei:

- Sistemi di dosaggio automatico
- Sistemi di controllo dei dosaggi
- Sili di stoccaggio del cemento sfuso, sili per le eventuali aggiunte e cisterne per gli eventuali additivi
- Magazzini cemento insaccato
- Sistemi di misura umidità di sabbie ed aggregati
- Sistemi di captazione delle polveri di cemento e/o filler che escludano ogni loro possibilità di travaso e/o uso frammischiato.

I conglomerati cementizi dovranno essere confezionati in centrali di betonaggio o impianti di cantiere che dovranno essere preventivamente esaminati ed approvati dalla Direzione Lavori. La capacità produttiva oraria degli impianti dovrà essere pari a non meno di 1.25 volte i consumi orari previsti dal programma di costruzione. Gli impianti per la produzione del calcestruzzo dovranno essere dotati di sistema di dosaggio automatico di tutti i componenti e degli strumenti ed attrezzature idonee a garantire un loro costante controllo (es. sonde per la determinazione della umidità delle sabbie). Le pesate effettive di ogni componente e gli eventuali loro scostamenti

rispetto le pesate conformi alle ricette approvate, vanno conservate, archiviate e tenute a disposizione della Direzione Lavori per l'intera durata dei lavori e fino al definitivo favorevole collaudo dell'opera.

Ferme restando le indicazioni delle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato emesse dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, in particolare:

- il sistema di movimentazione e le tramogge degli aggregati dovranno essere tali da assicurare che sia evitata ogni frammistione tra classi granulometriche diverse;
- ogni cemento, distinto per tipo, classe e cementeria di produzione dovrà essere insilato in un apposito silo debitamente contrassegnato con i tre elementi qui citati;
- al fine di evitare ogni frammistione, non è ammesso che le polveri captate a seguito dell'approvvigionamento di cementi e/o eventuali fillers, vengano addotte al dosatore del cemento sia direttamente (con filtro posizionato sul dosatore) sia indirettamente (con coclea). Alla stessa stregua non è ammesso che più sili, se contenenti cementi diversi per tipo, classe e cementeria di origine, siano collegati ad uno stesso filtro. Pertanto, ove ogni silo non sia equipaggiato con un proprio filtro, le polveri captate sulla base di ogni altro schema dovranno essere escluse da ogni ciclo di produzione;
- i sistemi di dosaggio dovranno consentire il rispetto delle prescrizioni di dosaggio riportate nel precedente capitolo della presente Sezione di CSA.

Ogni centrale di betonaggio od impianto di cantiere dovrà avere al proprio interno o comunque disporre di un laboratorio.

E' opportuno, per quanto possibile, evitare che l'acqua piovana possa alterare bruscamente l'umidità degli aggregati nelle tramogge per cui si raccomanda l'impiego di idonee tettoie. E' altresì raccomandata la copertura dei nastri trasportatori. Questi dovranno inoltre essere mantenuti in idoneo stato di pulizia ad evitare accumuli di materiali argillosi e limosi. Per le stesse ragioni raschianastri e rulli di tensione trasversali all'estradosso del tappeto in gomma, dovranno essere posizionati in modo tale da non generare caduta di materiale su tramogge e flussi di aggregato.

L'Appaltatore dovrà assicurare che le centrali/impianti di confezionamento dei conglomerati cementizi provvedano a:

- registrare, con frequenza minima giornaliera e comunque ad ogni significativo cambio di condizioni termo-igrometriche, attraverso l'automatismo dell'impianto o su un modulo, i valori ottenuti dalle letture fornite automaticamente dalle sonde, relativi all'umidità di tutte le sabbie presenti nelle tramogge. Vanno anche registrati gli eventuali interventi attuati sugli strumenti di cui è dotata la centrale per correggere l'eventuale disuniformità di lettura;
- controllare e registrare su un modulo, con frequenza minima di una volta ogni 50 m³, il valore dello slump dei carichi di partenza dalla centrale. Il valore dello slump rilevato in centrale deve essere riportato dall'operatore sulla bolla di accompagnamento e deve essere comparato alla classe di consistenza prevista alla consegna, tenendo quindi conto del calo di lavorabilità dovuto agli effetti delle condizioni ambientali (caldo) e/o dei tempi prolungati di trasporto e scarico.

Tale documentazione dovrà essere resa disponibile a cura dell'Appaltatore su richiesta della Direzione Lavori.

Nel caso in cui l'acqua per gli impasti fosse accumulata in cisterne, queste devono essere opportunamente posizionate per limitare gli effetti delle basse ed alte temperature; in particolare dovranno essere protette (con tettoie ecc.) dall'irraggiamento diretto. In ogni caso l'eventuale deposito dell'acqua dovrà essere organizzato in maniera tale da evitare lunghe permanenze ed il rischio di formazioni vegetative.

Il conglomerato residuo contenuto nelle autobetoniere e pompe, compreso quello eventualmente rifiutato dalla Direzione di Cantiere ovvero respinto dalla Direzione Lavori, dovrà essere portato a discarica. In alternativa potrà essere inviato ad un apposito impianto di recupero del calcestruzzo fresco da installarsi a cura e spese dell'Appaltatore che provvederà, tramite idonei macchinari e vasche, alla separazione del cemento e degli aggregati ed al recupero di questi ultimi.

Nel caso di recupero, tuttavia, dovranno essere osservate le seguenti prescrizioni:

- gli aggregati, una volta recuperati, dovranno essere conservati in cumuli distinti ed identificati quindi posti in apposite tramogge. Non dovranno essere impiegati per la preparazione di nuovi calcestruzzi dalla classe di resistenza ≥ 25 MPa. L'Appaltatore, in relazione alla loro composizione granulometrica media, documenterà il rispetto della composizione granulometrica approvata e terrà a disposizione della Direzione Lavori registrazione aggiornata del carico/scarico di tali aggregati di recupero.
- l'acqua recuperata potrà essere impiegata tal quale per la produzione di magroni privi di funzioni strutturali o, congiuntamente ad acqua fresca, fino al 50% del fabbisogno per calcestruzzi fino alla classe di resistenza 25 MPa esclusa, oppure, infine, fino al 20% del fabbisogno per calcestruzzi dalla classe di resistenza 25 MPa in su. Il rispetto di tali rapporti dovrà essere assicurato dall'automatismo di pesata dell'impianto di produzione.

6.1.2 Qualifica delle autobetoniere

Gli elementi essenziali alla qualifica delle autobetoniere, da riportarsi nel documento di qualifica, sono:

- una usura delle pale interne che, in ogni loro punto, non deve mai eccedere il valore del 10% rispetto l'altezza originale;
- l'inesistenza, al suo interno, di significativi residui solidi;
- la sua capacità di scaricare agevolmente l'intero contenuto di calcestruzzo fresco;
- la sua capacità a compiere un numero di rotazioni/minuto primo non inferiore a quello indicato dal suo costruttore ridotto di una unità;
- il corretto funzionamento del suo contalitri dell'acqua;
- il corretto funzionamento del manometro indicante la pressione del circuito idraulico di rotazione.

6.1.3 Tenuta in efficienza dei mezzi di produzione

Per impianti di produzione del calcestruzzo ed autobetoniere va tenuto un registro che riporti tutti gli interventi di manutenzione, ordinaria e straordinaria, effettuati e li rapporti a quelli previsti dal piano di manutenzione programmata.

In particolare tutti gli strumenti di pesatura e dosaggio, nonché le sonde per la determinazione della umidità delle sabbie, dovranno essere verificati, tarati e mantenuti tali, secondo le frequenze minime previste dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato emesse dal Consiglio Superiore LL.PP., nonché in caso di dubbio e su richiesta della Direzione Lavori

Al fine di assicurare un ulteriore controllo circa la corretta efficienza delle apparecchiature di dosaggio, l'Appaltatore:

- terrà un registro di carico e scarico delle materie prime che, con cadenza giornaliera, le consenta di conoscere le giacenze finali teoriche di ogni componente. Con frequenza minima settimanale, o maggiore in caso di dubbio, effettuerà la verifica delle giacenze effettive. Ad ogni variazione, tra la giacenza effettiva e quella teorica, eccedente la misura del 3% per cemento, aggiunte ed aggregati e 5% per gli additivi, ovvero di 5 t per ogni silo di cemento e/o aggiunta, 30 t di aggregati e 100 l di additivo, dovrà conseguire la verifica, da parte del manutentore delle bilancie, della corretta operatività del relativo strumento di dosaggio.

- con frequenza almeno mensile, o superiore in caso di dubbio, effettuerà la verifica della corrispondenza del carico netto di una autobetoniera mediante sua pesatura, su pesa a ponte tarata, prima e dopo il carico di calcestruzzo. La differenza tra il carico netto su pesa a ponte ed il totale dei pesi costituenti il carico, effettuati in impianto, non dovrà eccedere la misura del 2%. In caso di eccesso la prova dovrà essere ripetuta su altra pesa a ponte e, in caso di conferma della eccedenza, richiederà l'intervento urgente del manutentore delle bilancie.
- Da ciascuna delle eventuali variazioni evidenziate nei due punti precedenti scaturisce, da parte dell'Appaltatore, la redazione di un rapporto in cui vengano evidenziate le cause, le conseguenze sulla produzione, con specifico riferimento alla qualità delle strutture realizzate e le misure correttive assunte ad evitarne il ripetersi. Copia di tutte le registrazioni ed i rapporti verrà settimanalmente fornita alla Direzione Lavori, cui rimane la facoltà di richiedere ulteriori accertamenti.
- Le betoniere dovranno essere esaminate periodicamente per verificare la diminuzione dell'efficacia dovuta sia ad accumulo di conglomerato indurito che all'usura delle lame. L'autobetoniera dovrà essere dotata di apposito libretto che attesti le revisioni periodiche effettuate (ogni 4000 m³ e comunque almeno ogni tre mesi).

L'efficienza delle autobetoniere dovrà essere mantenuta coerente ai requisiti di qualifica espressi in precedenza.

L'Appaltatore dovrà accertarsi preliminarmente alla produzione giornaliera dello stato di efficienza ed idoneità dei mezzi con riferimento particolare al buon stato di conservazione delle pale interne, alla efficienza dei contaltri dell'acqua e, se disponibile, del manometro del circuito idraulico per la determinazione della consistenza del calcestruzzo contenuto.

6.1.4 Produzione, accettazione e conservazione delle materie prime

Cemento

Non è consentito mescolare tra loro cementi di diversa classe, tipo e provenienza; per ciascuna opera dovrà essere impiegato un unico tipo di cemento.

Ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unico produttore e, a tale scopo, sarà chiaramente identificato.

Il dosaggio e il tipo di cemento dovranno essere scelti in relazione alle caratteristiche costruttive dell'opera ed a quelle ambientali, con particolare riferimento alla resistenza meccanica, durabilità e temperatura del getto in fase di idratazione.

Aggregati

Al ricevimento degli aggregati, un incaricato dell'Appaltatore avrà cura di verificare che dai relativi documenti di consegna emerga la Marcatura CE a cura del produttore.

Gli aggregati dovranno essere assicurati nella misura necessaria allo svolgimento del previsto programma dei getti o, in mancanza, stoccati in quantità congruente al programma lavori e comunque sufficiente a completare qualsiasi opera che debba essere gettata senza interruzioni.

Il luogo dell'eventuale stoccaggio a terra dovrà essere di dimensioni adeguate da consentire l'immagazzinamento delle diverse pezzature che dovranno essere tenute in cumuli separati o separate da appositi setti.

Per ogni cumulo dovrà essere apposto un cartello, leggibile dagli addetti l'alimentazione, indicante la classe granulometrica (d/D) dell'aggregato, la sua denominazione corrente e, preferibilmente, la sua forma: naturale (N) o frantumata (F).

La superficie di appoggio di ogni cumulo dovrà essere conformata in modo tale da consentire l'allontanamento dell'acqua piovana e di percolazione.

Gli aggregati a cumulo dovranno essere prelevati in modo tale da garantire la rotazione continua dei volumi stoccati.

Additivi

Le scorte minime degli additivi dovranno assicurare non meno di una settimana di produzione di calcestruzzo conforme ai programmi di getto.

Al loro ricevimento si dovrà controllare che essi corrispondano per marca e tipo a quanto ordinato e conforme alle qualifiche delle miscele approvate dalla Direzione Lavori

La conservazione degli additivi verrà fatta in cisterne chiaramente identificate per marca e tipo, protette sia dall'irraggiamento solare diretto estivo che dai rigori invernali. Sono ammesse giacenze in fusti solo per quantità non eccedenti i 500 litri e purché si disponga di dispositivi per cui anche il loro contenuto possa essere dosato automaticamente.

Periodiche agitazioni dei quantitativi giacenti dovranno assicurare ch'essi non formino depositi a causa dei quali quanto di volta in volta dosato potrebbe non conferire il risultato atteso. In ogni caso non potranno essere utilizzati additivi giacenti da oltre sei mesi dalla loro produzione/consegna.

Aggiunte

Le eventuali aggiunte in polvere, quali fillers e ceneri volanti, vanno ricevute, insilate distintamente e dosate analogamente a quanto specificato per i cementi.

Nel caso di utilizzo di fumi di silice è ammessa la loro conservazione nelle confezioni originali ed il loro dosaggio manuale secondo una procedura che, redatta dall'Appaltatore, dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori. In ogni caso l'Appaltatore terrà a disposizione della Direzione Lavori una aggiornata registrazione del suo carico/scarico.

Dosaggio dei componenti

Il cemento, l'acqua, eventuali aggiunte e gli additivi, dovranno essere misurati con dispositivi separati ed usati esclusivamente per ciascuno di essi. Il tenore di umidità di tutte le diverse classi di aggregati dovrà essere controllato almeno una volta al giorno e comunque ogni volta che cambiano le condizioni atmosferiche nel corso della giornata; inoltre le tramogge contenenti le sabbie dovranno essere dotate di strumenti (sonde di rilevamento) idonei a misurare l'umidità nelle sabbie stesse all'inizio di ciascuna pesata, in modo da eseguire automaticamente la correzione di peso effettivo rispetto al teorico e la detrazione dell'acqua presente nell'aggregato. Per gli aggregati grossi, in assenza di sonde di rilevamento, la percentuale di umidità potrà essere impostata in modo fisso in base alle rilevazioni giornaliere che dovranno essere registrate su idoneo modulo.

Il cemento, l'acqua e l'aggregato totale dovranno essere dosati con una tolleranza pari al $\pm 3\%$ della quantità richiesta, mentre per additivi tale tolleranza sarà pari al $\pm 5\%$: le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi, tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta l'anno.

L'impianto dovrà disporre di tabelle di pesatura informatiche e complete, per ogni impasto prodotto e per le varie quantità prodotte, in funzione dell'umidità delle sabbie.

L'impianto deve comunque disporre anche di ricette cartacee aggiornate (quelle superate saranno state rimosse contestualmente alla consegna di quelle aggiornate) da impiegarsi esclusivamente in caso di accidentale non funzionamento dell'automatismo di impianto. Le ricette, una per ogni miscela di calcestruzzo in produzione, riporteranno i pesi di ogni componente (pesi progressivi per gli aggregati pesati in un unico dosatore) di mezzo in mezzo metro cubo di calcestruzzo fino alla massima capacità di carico delle autobetoniere in uso, per gli impianti privi di mescolatore, o fino alla massima capacità del mescolatore in sua presenza.

6.1.5 Mescolazione

Gli impasti dovranno rispondere ai requisiti di omogeneità e a tal fine il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere adeguati. In particolare il tempo di miscelazione viene così fissato:

- in autobetoniera: 30 secondi per ogni metro cubo caricato con un minimo di 4 minuti, subito dopo il carico e con betoniera alla max velocità;
- con mescolatore ad assi orizzontali: non meno di 45 secondi per ciclo;
- con mescolatori ad asse verticale “planetario”: non meno di 30 secondi per ciclo.

6.1.6 Temperatura del calcestruzzo fresco

Nel luogo di produzione ed in cantiere saranno installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera. La produzione e la posa in opera del conglomerato cementizio dovranno essere sospese nel caso in cui la temperatura al getto scenda al di sotto di 5°C, a meno che l’impianto di betonaggio non sia dotato di un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti e dell’acqua tale da consentire di raggiungere una temperatura dell’impasto appena miscelato non inferiore a 8°C. La temperatura dell’impasto fresco non dovrà superare i 30°C, fino al momento della sua posa in opera.

6.1.7 Trasporto

Nel caso di miscelazione diretta in betoniera, ferme restando le prescrizioni del tempo di miscelazione fornite nel precedente punto, lo stato di usura delle pale interne della betoniera, la successione e velocità di carico dei materiali dovranno essere tali da evitare la formazione di grumi. Il trasporto del calcestruzzo dal luogo del confezionamento a quello di impiego dovrà avvenire utilizzando mezzi ed attrezzature idonee ad evitare che si verifichi la segregazione dei vari componenti l’impasto o il deterioramento dell’impasto stesso.

In ogni caso il tempo intercorrente tra il confezionamento dell’impasto all’impianto ed il getto non dovrà essere tale da determinare una perdita di consistenza di una classe rispetto quella richiesta.

In caso di particolari condizioni operative (ad esempio getti in galleria a notevole distanza dall’imbocco), potrà essere autorizzato un tempo limite per il getto dal momento del confezionamento fino a 90’. In tal caso per il mix in esame dovrà essere eseguito uno specifico studio di qualifica che attesti il mantenimento della lavorabilità nel tempo, con controllo dell’abbassamento al cono di Abrams ogni 15’.

Nel caso in cui per il mantenimento della lavorabilità a lungo periodo occorresse una ritempra della miscela di conglomerato fresco, questa potrà avvenire solo mediante aggiunta di additivo superfluidificante, secondo quanto specificato in seguito nel capitolo inerente i controlli di qualità. Ogni carico di conglomerato cementizio dovrà essere accompagnato da una bolla indicante la data, la classe di conglomerato, il dosaggio, i metri cubi trasportati, l’ora di confezionamento e l’opera per la quale dovrà essere impiegato. Il personale dell’Appaltatore sarà tenuto ad esibire dette bolle, su richiesta, al personale della Direzione Lavori.

6.1.8 Scarico

E’ ammesso l’uso di scivoli soltanto se sarà garantita l’omogeneità dell’impasto. Le benne a scarico di fondo e i nastri trasportatori saranno eventualmente autorizzati in funzione della distanza di scarico. Al termine di scivoli, nastri trasportatori e, preferibilmente, benne, saranno fissati tubi-getto che evitino sia la segregazione che la caduta libera del calcestruzzo per oltre 50 cm.

All’atto dello scarico saranno controllate l’omogeneità e la consistenza dell’impasto.

Se pompato, il conglomerato cementizio dovrà avere alla bocca di uscita della tubazione una classe di consistenza corrispondente a quella di progetto.

6.2 Casseforme e centinature

Nella progettazione e nell'esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, in particolare 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.

6.2.1 Pulizia, trattamento

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito e il loro distacco alla scasseratura.

Si farà uso di prodotti disarmanti disposti nel rispetto delle indicazioni fornite dal produttore. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto disarmante.

6.2.2 Disarmanti

È fatto divieto l'uso di lubrificanti di varia natura e di oli esausti. Dovranno invece essere impiegati prodotti specifici, conformi alla Norma UNI 8866, parti 1 e 2, per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito. Particolare attenzione dovrà essere posta affinché essi vengano distribuiti nella misura più omogenea possibile (generalmente con una buona nebulizzazione) ad evitare la trattenuta di bolle d'arie sulle superfici, particolarmente nel caso di casseri metallici, plastici e/o in compensati resinati.

6.2.3 Giunti e riprese di getto

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature; potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici.

Le riprese di getto saranno, sulla faccia a vista, delle linee rette e, qualora richiesto dalla Direzione Lavori, saranno marcate con gole o risalti in profondità (spessore 2-3 cm) che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

6.2.4 Predisposizione di fori, tracce e cavità

L'Appaltatore ha l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni esecutivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, appoggi, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttrive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc.

6.3 Armature metalliche

6.3.1 Aspetti generali

La superficie delle armature deve essere esente da ruggine e da sostanze che possono deteriorare le proprietà dell'acciaio o del calcestruzzo o l'aderenza fra loro.

Eventuali trattamenti di zincatura e protezione mediante verniciatura devono essere applicati sulle barre (ed eventuali inserti) già piegate e preferibilmente assemblate. La movimentazione delle armature trattate imporrà particolare cura affinché eventuali scalfitture del trattamento non compromettano l'effetto protettivo.

Il taglio e la curvatura dei ferri d'armatura devono essere effettuati secondo le prescrizioni riportate nella documentazione progettuale. E' comunque prescritto che:

- la curvatura sia effettuata con progressione regolare;

- ❑ la curvatura a temperatura inferiore a 5°C sia autorizzata dalla Direzione Lavori, che fisserà le eventuali precauzioni;
- ❑ a meno di una specifica indicazione riportata nella documentazione progettuale, deve essere evitato il riscaldamento delle barre per facilitarne la curvatura.

Le barre piegate devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore di 6 volte il diametro; le barre di acciaio inossidato a freddo non possono essere piegate a caldo. I diametri dei mandrini di curvatura devono essere adattati al tipo d'armatura, e non devono essere inferiori ai valori riportati in Eurocodice (prEN 1992-1 /2001).

6.3.2 Giunzioni

Eventuali giunzioni, quando non siano evitabili, dovranno essere realizzate (con saldature, con manicotti filettati o con sovrapposizioni) nel rispetto della normativa vigente. Nel caso di impiego di manicotti, l'Appaltatore dovrà presentare le schede tecniche dei materiali che intende utilizzare informando preventivamente la Direzione Lavori.

L'impiego di saldature sarà di norma consentito soltanto per barre di acciaio di tipo "calmato". Le modalità di saldatura dovranno essere comunicate tempestivamente dall'Appaltatore alla Direzione Lavori e dovranno essere supportate con l'esito di alcune prove sperimentali. Nel corso dei lavori, la Direzione Lavori avrà facoltà di richiedere l'esercizio di ulteriori prove di controllo sulle saldature eseguite.

6.3.3 Posa in opera

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico.

Le gabbie di 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.

L'Appaltatore dovrà adottare, inoltre, tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto. Le tolleranze massime accettabili nel posizionamento dei ferri di armatura sono pari a:

- o ± 3 cm per i ferri ordinari;
- o $\pm 0,5$ cm per lo spessore del copriferro;
- o ± 1 cm per il valore dell'interferro.

6.3.4 Protezione delle correnti vaganti

Le predisposizioni per il controllo delle correnti vaganti nelle armature del cemento armato dovranno rispettare i requisiti previsti dalla normativa CEI EN 50122-2 del 1999: "Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi. Parte 2. Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua".

In particolare sono da prevedere dei collegamenti delle armature dei singoli manufatti componenti le strutture (paratie, fodere, orizzontamenti e rimanenti parti di strutture accessi, pozzi, camere di ventilazione, ecc.) tramite le saldature, che potranno essere fatte con elettrodi a bassa resistenza e dovranno rispettare i seguenti minimi:

- sui ferri sovrapposti la saldatura sarà del tipo a cordone semplice o doppio purché la lunghezza complessiva sia pari ad almeno 5 volte il diametro del ferro;
- sui ferri incrociati la saldatura dovrà costituire un collegamento tale che nessuna sezione passante per il nodo possa risultare inferiore alla sezione del ferro con diametro minore.

È da prevedere la realizzazione dell'accessibilità dall'interno dei singoli manufatti ai ferri

elettricamente continui mediante una nicchia da predisporre prima del getto e/o mediante piastre metalliche e/o profilati ad “L” da saldare ai ferri previa demolizione del copriferro, sia per i collegamenti tra le paratie e le fodere sia per i collegamenti delle fodere, degli orizzontamenti e delle altre parti di strutture alla rete di terra.

Tali collegamenti, che danno la continuità elettrica tra i singoli manufatti, prevedono:

- corde di rame di collegamento perimetrale annegate nelle fodere
- collegamenti montanti tra la maglia del dispersore di terra sotto il solettone di fondo e la rete equipotenziale nel solaio a piano atrio (sotto i locali tecnologici), annegati nelle fodere.

È richiesto il requisito di saldabilità per le barre facenti parte di gabbie di armatura che richiedono espressamente punti di saldatura elettrica.

6.4 Esecuzione dei getti

6.4.1 Getto in opera

L'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione Lavori il programma settimanale dei getti indicando il luogo, l'opera, la classe di resistenza, i m³ di conglomerato e l'impianto di confezionamento previsti.

Eventuali modifiche del programma settimanale dovranno essere comunicate con almeno 24 ore di anticipo.

Prima di ogni singolo getto di calcestruzzo verrà eseguita una ispezione, in contraddittorio tra esponenti dell'Appaltatore e della Direzione Lavori, della cassaforma, del suo fondo e delle armature, degli eventuali inserti e di quant'altro connesso al getto in programma. Questa ispezione avrà scopo di verificare il posizionamento del cassero, la sua corrispondenza alle tavole costruttive, il posizionamento dei vari inserti, le armature metalliche, ecc. Essa comunque, indipendentemente dalle conclusioni cui perviene, non implicherà alcun sgravio delle esclusive responsabilità dell'Appaltatore in relazione alla esecuzione dei lavori in totale coerenza al progetto, alla documentazione ed alle prescrizioni a suo carico e a quant'altro a ciò connesso.

Sarà a cura dell'Appaltatore notificare alla Direzione Lavori il giorno e l'ora di tale ispezione con almeno 24 ore di anticipo.

Le tecniche e gli strumenti di messa in opera e compattazione, nonché la definizione della classe di consistenza, devono essere tali da assicurare l'ottenimento di una densità in sito non inferiore al 98% della densità riscontrata negli impasti di qualifica delle miscele e nei cubetti.

L'Appaltatore dovrà dare, oltre al piano settimanale dei getti, comunicazione scritta alla Direzione Lavori dei getti che intende eseguire con un anticipo di 24 ore. La Direzione dei Lavori potrà, a sua esclusiva discrezione, verificare la preparazione e la rettifica dei piani di posa, delle casseforme, delle armature metalliche e delle eventuali guaine dei cavi per la precompressione e, qualora le opere non fossero in accordo al progetto o alle prescrizioni del presente capitolo, segnalare le eventuali anomalie e prescrivere i necessari interventi riparatori.

Nel caso di getti contro terra, si dovrà controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesa di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto.

Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Prima del getto, tutte le superfici di contenimento del calcestruzzo dovranno essere lavate con acqua od aria in pressione ed i ristagni d'acqua saranno allontanati dal fondo della cassatura. Le superfici dei casseri o di contatto e/o ripresa di getto, se porose, dovranno inoltre essere mantenute umide per almeno 2 ore prima dell'inizio delle operazioni di getto.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. Il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali non superiori a 50 cm. Il tempo intercorso tra la messa in opera di due strati successivi non dovrà superare il tempo di inizio di presa del conglomerato cementizio. Durante il costipamento di uno strato, i vibratori ad immersione dovranno penetrare per circa 10-20 cm nello strato inferiore per omogeneizzare adeguatamente fra loro gli strati. L'altezza di caduta libera del conglomerato fresco sarà funzione delle caratteristiche di segregabilità dell'impasto, ma comunque mai superiore ad 1.0 m.

A meno che non sia altrimenti stabilito dal progetto o dalla Direzione Lavori, il calcestruzzo dovrà essere compattato con adeguato numero di vibratori ad immersione ed a parete.

Le attrezzature non funzionanti dovranno essere immediatamente sostituite in modo che le operazioni di costipamento non vengano rallentate o risultino insufficienti.

E' vietato scaricare il calcestruzzo in un cumulo e distenderlo con l'impiego di vibratori.

Durante la posa in opera gli accumuli di ghiaia, eventualmente formatasi, dovranno essere dispersi prima della vibrazione del conglomerato cementizio.

Per getti in pendenza, dovranno essere predisposti dei cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di conglomerato cementizio troppo sottili per essere vibrare efficacemente.

Qualora il calcestruzzo dovesse essere gettato in presenza d'acqua, l'Appaltatore dovrà adottare gli accorgimenti necessari ad impedire che l'acqua lo dilavi. Il conglomerato cementizio sarà posto in opera ed assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee, perfettamente regolari ed esenti anche da macchie e chiazze.

Particolari modalità di posa in opera saranno osservate per il getto dei diaframmi in c.a., per i quali si rimanda alla specifica sezione di capitolato.

In ogni caso la massa volumica del calcestruzzo indurito, misurata secondo la Norma UNI EN 12350-6 su provini prelevati dalla struttura senza inserti metallici, non dovrà risultare inferiore del 98% della massa volumica della miscela fresca misurata nelle prove di qualificazione e/o di quella dichiarata nel progetto della miscela.

Per quelle opere che, per effetto di operazioni successive, si rendano inaccessibili o comunque non ispezionabili, l'Appaltatore dovrà sempre dare la prescritta informazione alla Direzione Lavori prima di procedere con le fasi successive; nel caso in cui l'Appaltatore non ottemperasse a quanto sopra, la Direzione Lavori potrà richiedere di mettere a nudo le parti occultate o di rendere comunque accessibili le opere non ispezionate. Le prestazioni necessarie per quanto sopra dovranno essere eseguite a cura e spese dell'Appaltatore.

6.4.2 Riprese di getto

Di norma i getti dovranno essere eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; nel caso in cui ciò non fosse possibile, prima di effettuare la ripresa, la superficie di conglomerato cementizio indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata ed eventualmente scalfitta fino a diventare sufficientemente rugosa e tale da garantire una perfetta aderenza tra i getti. Inoltre, ovunque sia possibile, le riprese di getto saranno ubicate in zona compressa.

Qualora sia necessario effettuare il getto in più riprese, ad intervalli superiori alle 2 ore, prima di riprendere le operazioni, il giunto di costruzione già formatosi, dovrà essere umidificato e omogeneamente ricoperto da uno strato di pasta, avente le stesse caratteristiche (tipo di cemento e rapporto acqua/cemento) del conglomerato cementizio, che penetri in tutte le irregolarità.

Tra un getto e l'altro, nel punto di ripresa, non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto.

Per opere particolari l'Appaltatore dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori specifiche modalità di ripresa di getto, che dovranno essere accompagnate da idonee prove in laboratorio ed in campo su opere e/o parti d'opera e/o manufatti campione appositamente realizzati in sede adeguata.

6.4.3 Getti in clima freddo

Per tempo freddo si intende quando la temperatura è inferiore ai 5°C. Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore agli 8° C e che non siano congelate o innestate le superfici di fondo e di contenimento di getto.

Con temperature ambientali inferiori ai 0°C non è consentito eseguire getti in calcestruzzo a patto che non vengano presi provvedimenti, presentati ed approvati dalla Direzione Lavori, atti ad innalzare la temperatura del calcestruzzo ed a proteggere i getti fino al raggiungimento della resistenza (5 MPa) sufficiente a contrastare il congelamento dell'acqua di idratazione.

6.4.4 Getti in clima caldo

La temperatura dell'impasto non dovrà comunque superare i 30°C. Per getti massivi tale limite sarà convenientemente ridotto. Al fine di abbassare la temperatura del conglomerato sotto tale limite potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, assicurandosi che tutto il ghiaccio sia sciolto al termine della miscelazione dell'impasto e della misura della consistenza.

Potranno essere eventualmente impiegati additivi per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo. Schede tecniche dei prodotti che l'Appaltatore intende utilizzare dovranno essere preventivamente inviate alla Direzione Lavori.

6.4.5 Stagionatura e maturazione

Tutte le superfici dovranno essere mantenute umide per almeno 48 ore dopo il getto per mezzo di prodotti antievaporanti, applicati a spruzzo ovvero mediante continua bagnatura con serie di spruzzatori d'acqua o con altri idonei sistemi da approvarsi da parte della Direzione Lavori.

Il metodo di maturazione prescelto dovrà assicurare il controllo delle variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, in modo tale da evitare fessurazioni che compromettano le caratteristiche del conglomerato cementizio indurito.

Per le solette è fatto obbligo di applicare esclusivamente i prodotti antievaporanti di cui sopra o la bagnatura continuamente rinnovata.

Durante il periodo di stagionatura i getti dovranno essere accuratamente protetti per evitare urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Di norma viene esclusa l'accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera.

I metodi di maturazione e la loro durata dovranno essere tali da garantire per il conglomerato cementizio indurito:

- la prescritta durabilità e resistenza;
- la totale assenza di fessure o cavillature date dal ritiro per rapida essiccazione delle superfici di getto o per sviluppo di elevati gradienti termici all'interno della struttura.

Si dovranno seguire le raccomandazioni della norma UNI EN 206-1:2016.

I metodi di maturazione utilizzati dall'Appaltatore, essendo di enorme rilevanza al fine di una buona riuscita delle opere, dovranno essere preventivamente comunicati alla Direzione Lavori

6.4.6 Maturazione accelerata

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa qualora siano state fatte indagini sperimentali sul trattamento termico che si intende adottare,

particolarmente per controllare che ad un aumento delle resistenze iniziali non corrisponda una resistenza finale (a 28 giorni) minore di quella prevista in progetto.

Dovranno, inoltre, essere rispettate le prescrizioni di cui ai punti che seguono:

- si dovrà adottare una stagionatura, non inferiore alle due ore, alla temperatura ambientale massima di 30°C;
- il gradiente termico di riscaldamento e quello di raffreddamento non dovranno superare il valore di 15°C/ora;
- la temperatura massima raggiunta nell'ambiente di stagionatura sarà di 65°C;
- la temperatura massima all'interno del conglomerato cementizio non dovrà superare i 70°C a 4 cm dalla superficie, ed inoltre la variazione di temperatura non supererà i 15°C da punto a punto della superficie stessa;
- l'umidità relativa dell'ambiente di maturazione sarà mantenuta a non meno del 90% per l'intera durata del ciclo di pre-stagionatura, gradiente di riscaldamento, riscaldamento e gradiente di raffreddamento fino alla temperatura ambientale.
- il controllo, durante la maturazione, dei limiti e dei gradienti di temperatura, dovrà avvenire con apposita apparecchiatura che registri l'andamento delle temperature nel tempo.

6.5 Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti, quando saranno state raggiunte le resistenze prescritte sulla base del confronto con le resistenze raggiunte dai provini di accettazione. In assenza di specifici accertamenti, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito dalle *Norme Tecniche* emanate in applicazione dell'art.21 della L.05/11/1971 n°1086 e dalle Linee Guida del Ministero dei LL.PP. sul calcestruzzo strutturale (Settembre 2017).

La rimozione del cassero avverrà informandone per tempo la Direzione Lavori che avrà così modo di fare una ispezione in contraddittorio al fine di verificare, per quanto al momento riscontrabile e senza pregiudicare successivi riscontri le prescrizioni che ne potrebbero derivare, la conformità e la capacità della parte d'opera rispetto al progetto e alle specifiche di normativa. Nel caso in cui la Direzione Lavori, per quanto informata, non sia presente all'ispezione, l'Appaltatore procederà comunque con i lavori di rimozione dei casseri senza tuttavia poter procedere ad alcuna sistemazione e/o ripristino dei getti che non dovessero essere riusciti bene. Per le eventuali zone da riparare per difetti di superfici, fessure, ecc.), congiuntamente alla Direzione Lavori si definiranno le metodologie di riparazione da adottare ed i prodotti da utilizzare che già non fossero stati definiti all'inizio del lavoro ed approvati dalla Direzione Lavori.

Eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute intollerabili, dovranno essere asportate mediante bocciardatura ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente, con malta cementizia a ritiro compensato, immediatamente dopo il disarmo.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati ad almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento. Nel caso di superfici con finitura di calcestruzzo a vista la profondità di cui sopra dovrà essere portata ad almeno 2 cm.

Dopo il disarmo dovranno essere adottati inoltre i provvedimenti precedentemente descritti per completare la corretta stagionatura, evitare la rapida essiccazione delle superfici ed ogni loro brusco cambiamento di temperatura.

6.5.1 Caratteristiche estetiche

Il colore superficiale è determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma e pertanto per garantire l'uniformità, per ogni singola opera, il cemento dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre della stessa classe e dello stesso tipo, così pure

gli aggregati, in particolare la sabbia dovranno provenire dalla stessa cava ed avere granulometria e composizione costante.

Nei calcestruzzi con finitura a vista e valenza architettonica non è consentito l'uso di cenere volante. Le opere e i componenti delle opere che dovranno avere lo stesso aspetto superficiale, dovranno preferibilmente ricevere lo stesso trattamento di stagionatura.

In particolare si dovrà curare che la stagionatura venga eseguita con particolare cura e che i relativi tempi di mantenimento in condizioni di continua umidità (vedi Paragrafo 5.4.5) sia prolungata a non meno di 48 ore, evitando così la formazione di efflorescenze sul conglomerato cementizio.

Le superfici finite e curate come indicato ai punti precedenti, dovranno essere adeguatamente protette se le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter essere causa di danno in qualsiasi modo per le superfici stesse, evitando che si producano scalfiture, macchie o altro che ne pregiudichino la durabilità e l'estetica.

Si dovranno inoltre evitare macchie di ruggine dovute alla presenza dei ferri di ripresa; in tali casi occorrerà prendere i dovuti provvedimenti evitando che l'acqua piovana scorra sui ferri e successivamente sulle superfici finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del conglomerato cementizio dovrà essere eliminato a cura dell'Appaltatore con i provvedimenti che la Direzione Lavori riterrà più opportuni.

6.5.2 Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura dovrà essere eseguito dopo il disarmo del conglomerato cementizio senza il preventivo controllo ed autorizzazione della Direzione Lavori.

Sarà cura dell'Appaltatore proporre i materiali che essa intende utilizzare per i ripristini. Se richiesto dalla Direzione Lavori, prima di procedere a definitivi ripristini, l'Appaltatore effettuerà delle prove per valutare la qualità tecnica ed estetica degli interventi proposti.

6.6 Magroni e malte

6.6.1 Magroni

Prima di effettuare qualsiasi getto di conglomerato di fondazione, dovrà essere predisposto sul fondo dello scavo, dopo aver eseguito la pulizia ed il costipamento dello stesso secondo le modalità previste dalla presente sezione del Capitolato Speciale d'Appalto, uno strato di conglomerato magro avente la funzione di piano di appoggio livellato e di cuscinetto isolante contro l'azione aggressiva del terreno.

Lo spessore dello strato sarà desunto dai documenti di progetto. Le caratteristiche tecniche saranno conformi a quanto stabilito nella Tabella 1

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione Lavori il progetto della miscela (*Mix Design*) del magrone di fondazione, la cui composizione dovrà essere mantenuta costante durante l'esecuzione delle opere.

Il magrone dovrà avere una resistenza $R_{ck} \geq 15 \text{ N/mm}^2$.

Dovrà essere confezionato con componenti qualificati. E' consentito l'impiego di aggregati di Classe B.

Il cemento dovrà essere di tipo III o IV di classe 32.5. Il rapporto A/C non potrà superare il valore di 0,9.

In corso d'opera si eseguiranno prove di controllo a compressione su due cubetti, aventi lato 15 cm, per la determinazione della resistenza media (R_m) a compressione del prelievo a 28 giorni. La frequenza delle prove sarà di una ogni 1000 m³ di magrone prodotto da ciascun impianto di betonaggio.

6.6.2 Malta di livellamento

Sono malte confezionate con sabbia di granulometria appropriata, acqua e cemento nelle dovute proporzioni ed utilizzate per la formazione di piani di appoggio con le tolleranze richieste dal progetto.

Le dimensioni degli inerti (sabbia) saranno di norma tra 2.0 e 3.0 mm. La composizione della malta, in assenza di diversa indicazione, corrisponderà al rapporto, in peso, 1:3 tra cemento (di classe 32,5) e sabbia. La quantità di acqua sarà quella necessaria per ottenere una malta plastica idonea a riempire perfettamente le tasche per bulloni e/o inserti e gli spazi tra il conglomerato e le piastre; il rapporto A/C dovrà comunque essere inferiore a 0.4 e in caso di insufficiente lavorabilità, si dovrà ricorrere all'impiego di additivi fluidificanti o superfluidificanti.

Prima di effettuare la posa in opera della malta di livellamento, le superfici dovranno essere accuratamente pulite.

6.6.3 Malte speciali per inghisaggi

Le malte speciali sono quelle malte ottenute con l'aggiunta di acqua a componenti premiscelati, ottenendo così delle malte a ritiro compensato ed elevato grado di fluidità da utilizzare per inghisaggi di strutture, o altri elementi da congiungere, evitando il ritiro della malta e l'eventuale microdistacco dalle parti da fissare.

Il prodotto premiscelato, la cui granulometria sarà adeguata agli spessori delle malte, sarà addizionato con acqua nelle proporzioni indicate dal Fornitore e comunicate alla Direzione Lavori. Tali prodotti dovranno essere conformi alle norme UNI dalla 8993/87 alla 8998/87. Schede Tecniche dei prodotti che l'Appaltatore intende utilizzare dovranno essere inviate per informazione alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori stessi.

Qualora richiesto dalla Direzione Lavori, le malte da inghisaggio saranno sottoposte al controllo della resistenza meccanica da eseguirsi su provini prismatici 40 x 40 x 160 mm come previsto dal D.M.3.6.1968, alle stagionature di 1,3,7,28 e 90 giorni.

7 Controlli di qualità

7.1 Generalità

In questa sezione vengono descritti i controlli che, a cura dell'Appaltatore, debbono essere eseguiti in corso d'opera al fine di verificare, anche attraverso il mantenimento delle condizioni accertate nel corso delle prove preliminari di qualifica, il rispetto delle caratteristiche e prestazioni previste dal Progetto. A tal fine l'Appaltatore deve darsi una struttura, organizzazione e pianificazione delle attività di controllo.

L'Appaltatore pertanto dovrà redigere - e sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori almeno 30 giorni prima del previsto inizio della lavorazione - il documento; "PIANO DI QUALITÀ DI COSTRUZIONE E INSTALLAZIONE – OPERE IN CALCESTRUZZO".

Il piano di qualità di costruzione e installazione (PQCI) sarà redatto sulla base dell'indice generale e relativi contenuti indicati nel presente CSA.

Le prove ed i controlli sono a carico dell'Appaltatore e saranno eseguiti in conformità al PROGRAMMA DELLE PROVE E DEI CONTROLLI contenuto nel PQCI.

Sarà cura dell'Appaltatore eseguire o far eseguire tutte le prove ed i controlli previsti, così come quelli integrativi che la Direzione Lavori ritenesse necessari ad assicurare la rispondenza del lavoro eseguito alle specifiche ed agli standard qualitativi prefissati.

Le prove da eseguire ai sensi della L.05/11/1971 N°1086 e delle Linee Guida del Ministero dei LL.PP. sul calcestruzzo strutturale (Settembre 2017), e dovranno essere effettuate presso Laboratori Ufficiali Autorizzati ai fini specifici delle prove di cui alla legge in questione.

La Direzione dei Lavori potrà eseguire controlli di conformità 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.

7.2 Qualifica del laboratorio prove

Presso l'impianto di betonaggio od il cantiere, o in altro luogo comunque idoneo ad offrire le necessaria assistenza per continuità e tempestività, l'Appaltatore dovrà avere a disposizione un laboratorio prove dotato di tutti gli attrezzi (serie di setacci, bilance, contenitori graduati, fornello, cono di Abrams, casseforme per cubetti in ghisa, acciaio o poliuretano ad alta densità, necessari per effettuare:

- le verifiche delle pezzature e delle curve granulometriche delle varie classi di aggregato;
- la determinazione delle eventuali impurità limose contenute negli aggregati (equivalente in sabbia e/o valore di blu);
- la misura del tenore di umidità degli aggregati;
- il controllo del dosaggio di cemento mediante disidratazione in alcool del campione fresco e successiva vagliatura;
- prelievi di conglomerato fresco per la realizzazione delle prove di:
 - o resistenza a compressione (cubettiere metalliche o in poliuretano ad alta densità);
 - o checking fresh (contenitore ermetico ed alcool);
 - o consistenza: abbassamento al cono di Abrams;
 - o massa volumica (contenitore rigido tarato – min. 10 litri);
 - o acqua essudata;
- contenuto d'aria (porosimetro).

7.3 Qualifica delle materie prime

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore è tenuto a redigere e sottoporre alla Direzione dei Lavori per approvazione, un Rapporto di Qualifica in cui elencherà tutti i materiali che intende impiegare, indicandone produttore, provenienza, tipo e qualità. A tale elenco saranno unite le documentazioni comprovanti la conformità alle specifiche del presente Capitolato, e precisamente:

- Cemento:
 - o prove previste dalla L.595/65 e dal D.M.09/03/88 n°126, del D.M.13/09/93 G.U.22/09/93;
 - o analisi chimica dei contenuti di C₃A e C₄AF+2C₃A
- Sabbie:
 - o modulo di finezza (EN 933-1)
 - o contenuto passante al vaglio 0.063 mm (EN 933-1)
 - o analisi dei fini: (EN 933-8 e EN 933.9)
 - o contenuto di parti leggere e vegetali (UNI EN 8520-9)
 - o contenuto di solfati (UNI EN 8520-10)
 - o contenuto di cloruri solubili (UNI EN 8520-12)
 - o contenuti di sostanze organiche (UNI EN 8520-14)
 - o equivalente in sabbia (EN 933.8)
 - o curva granulometrica (EN 933-1)
 - o potenziali reattività in presenza di alcali (se provenienza diversa di quella degli aggregati grossi) (UNI EN 8520-22)
- Aggregati grossi:

- o esame petrografico
- o contenuto passante al vaglio 0.063 mm (EN 933-1)
- o analisi dei fini: EN 933.9
- o contenuto di parti leggere e vegetali (UNI EN 8520-9)
- o contenuto di solfati (UNI EN 8520-10)
- o contenuto di cloruri solubili (UNI EN 8520-12)
- o degradabilità ad attacchi di sostanze solfatiche (UNI EN 1367-2)
- o massa volumica ed assorbimento (EN 1097-6)
- o coefficiente di forma e appiattimento (EN 933-4 e EN 933-3)
- o resistenza ai cicli di gelo-disgelo (EN 1367-1:1999)
- o potenziali reattività in presenza di alcali (UNI EN 8520-22)
- o distribuzione granulometrica (EN 933-1)
- Aggiunte:
 - o trattenuto al setaccio da 0.075 mm
 - o carbone libero è da determinarsi solo per le ceneri (fly ash)
 - o Ph solo per quelle liquide/fangose (slurry)
- Acqua d'impasto (ad esclusione di quella proveniente da acquedotto):
 - o contenuto di solfati
 - o contenuto di cloruri
 - o contenuto di acido solforico
 - o contenuto totale dei sali minerali
 - o contenuto sostanze organiche
 - o contenuto sostanze solide sospese
- Ceneri volanti:
 - o perdita al fuoco;
 - o contenuto di solfati;
 - o contenuto di cloruri;
 - o contenuto di ossidi;
 - o trattenuto al setaccio 0.075 mm;
 - o attività pozzolanica;
- Additivi:
 - o effetto fluidificante (aumento della lavorabilità a parità di acqua);
 - o mantenimento della lavorabilità;
 - o effetto ritardante o accelerante;
 - o aria inglobata;
- Anti-evaporanti:
 - o indice di efficienza DOT.

7.4 Qualifica delle miscele

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore è tenuto a qualificare gli impasti ed i relativi materiali componenti per tutti i tipi e le classi di conglomerato previsti dal progetto.

L'Appaltatore è tenuto a produrre la documentazione comprovante la conformità dei singoli componenti e degli impasti alle prescrizioni e norme riportate nel presente documento.

In particolare, alla relazione di qualifica dovrà essere allegata la suddetta documentazione e dovrà essere fatto esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicando provenienza, tipo e qualificazione dei medesimi;
- conformità dei materiali costituenti la miscela d'impasto a quanto prescritto nel capitolo 3 e a quanto descritto nei successivi paragrafi
- massa volumica reale s.s.a, massa volumica reale ed apparente ed assorbimento, per ogni classe di aggregato, secondo EN 1097-6

Per ogni miscela di calcestruzzo dovrà essere precisato:

- studio granulometrico e relativa curva di riferimento;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza misurata con il Cono di Abrams (od altro metodo acconsentito dalla Direzione Lavori);
- risultati delle prove preliminari di resistenza a compressione e curve di resistenza nel tempo;
- curve di resistenza in funzione dei valori di slump e del rapporto A/C;
- curve di resistenza in funzione del contenuto di cemento (a parità di consistenza);
- preparazione di provini per la determinazione delle caratteristiche di durabilità del conglomerato cementizio;
- valutazione dello scarto quadratico medio e calcolo delle resistenze medie di progetto per ogni classe di resistenza caratteristica;
- descrizione del metodo di controllo statistico che si intende applicare per la valutazione dei risultati di resistenza ottenuti in corso d'opera (controllo di produzione).

Solamente dopo l'esame e l'approvazione di detta documentazione da parte della Direzione Lavori, e dopo aver effettuato impasti di prova del calcestruzzo ed ottenuto i relativi risultati, l'inizio dei getti potrà avere luogo.

I materiali costituenti gli impasti di prova saranno sottoposti ai controlli già descritti in precedenza, per verificarne la corrispondenza ai requisiti delle norme vigenti.

Tale qualificazione dovrà essere ripetuta, con le medesime modalità, ogni qualvolta venissero a modificarsi in misura significativa le caratteristiche fisico-chimiche di uno dei componenti del conglomerato cementizio ed ovviamente ogni qualvolta venissero variate le fonti di approvvigionamento.

I materiali costituenti gli impasti di prova saranno sottoposti ai controlli già descritti in precedenza, e comunque di seguito riassunti.

7.5 Controlli in corso d'opera

I controlli in corso d'opera si articolano fondamentalmente in:

- o verifiche e controlli di accettazione delle materie prime e dei materiali;
- o autocontrollo della produzione di calcestruzzo che, finalizzato al controllo e gestione delle variabili di produzione, mira, adeguandole in relazione ai risultati, a mantenere costanti le prestazioni; non va confusa con il controllo di accettazione il cui scopo è quello di documentare la Direzione Lavori circa il rispetto delle prestazioni previste dal progetto. In relazione a tale distinzione, peraltro, risulta suggeribile che l'Appaltatore esegua un maggior numero di prove rispetto quelle che, in contraddittorio con la Direzione Lavori, sono utili al controllo di accettazione.

- o eventuali ulteriori prove richieste per particolari fasi aggiuntive del controllo a richieste dalla Direzione Lavori

7.5.1 Controlli di accettazione sui materiali

Leganti idraulici

Ogni lotto di cemento, sarà accettato dietro presentazione di certificato del fornitore riportante la composizione del prodotto.

Si dovranno effettuare, per ogni 1000t di cemento proveniente da un singolo fornitore, le verifiche seguenti:

- Caratteristiche generali, secondo UNI EN 197/1.
- Analisi chimica del contenuto di C₃A.
- Analisi chimica del contenuto di C₄Af + 2C₃A.

Le prove avverranno presso un laboratorio qualificato dell'Appaltatore e approvato dalla Direzione Lavori o presso un Laboratorio Ufficiale.

In corso d'opera l'Appaltatore dovrà effettuare le verifiche anche con prelievi da eseguirsi in contraddittorio con il fornitore e la Direzione Lavori, da autocisterne piombate all'arrivo presso l'impianto di betonaggio.

La copia dei certificati di ogni singola prova, riportanti l'identificazione del lotto controllato e del fornitore, il laboratorio certificante e la data di prova, faranno parte del dossier di qualificazione del conglomerato cementizio in sede di getto.

Tali verifiche dovranno comunque essere effettuate ogni qual volta la Direzione Lavori lo richieda in base a particolari motivazioni tecniche.

In aggiunta a quanto sopra indicato per ogni 10.000t di ciascun tipo di cemento utilizzato dovrà essere acquisita una attestazione del Cementificio che dichiari il valore medio e l'intervallo di variabilità di ciascun requisito previsto dalla norma UNI EN 197/1 relativi alle prove del mese precedente.

Copia di tutti i certificati di prova dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori Al momento della consegna dei leganti idraulici L'Appaltatore dovrà verificare che essi siano accompagnati dalla Marcatura CE e, per quanto riguarda il(i) cemento(i), che esso sia del tipo, classe e provenienza (produttore e cementeria) di quello utilizzato nel processo di qualifica preliminare delle miscele.

Acqua

Le analisi dovranno determinare le caratteristiche elencate in Capitolato e avverranno con una frequenza di una prova ogni 180 giorni, nel caso di approvvigionamento da acquedotto. Le prove saranno comunque effettuate ad ogni cambio di fonte di approvvigionamento idrico. Nel caso di approvvigionamento da pozzi le analisi dovranno essere ripetute ogni mese.

Le frequenze indicate raddoppieranno in caso di superamento dei limiti; inoltre in tal caso la Direzione Lavori ha la facoltà di pretendere il cambiamento di fonte.

La copia dei certificati delle prove citate, riportanti l'identificazione del laboratorio certificante, del lotto e la data di prelievo, faranno parte del dossier di qualificazione del conglomerato cementizio in sede di getto.

Per quanto riguarda inoltre il dosaggio di acqua e cemento si effettuerà la prova in riferimento alla Norma UNI 8520/86, parte 13, per la condizione "satura a superficie asciutta".

Aggregati

Sarà controllata la conformità degli aggregati alle caratteristiche indicate in capitolato (secondo Norma UNI 8520, parte 2). Le verifiche complete avverranno almeno in ragione di 1 volta per ogni cambio di cava e/o scavo e di impianto di frantumazione e vagliatura.

Tali verifiche complete dovranno comunque essere ripetute con le frequenze previste dalla UNI EN 206-1:2016 ed ogni qual volta, in base a motivate esigenze tecniche, la Direzione Lavori lo richieda o quando vengano riscontrati difetti alle specifiche del conglomerato cementizio o quando le caratteristiche del materiale appaiano difformi da quelle già testate e qualificate.

Le suddette verifiche, nel caso di impiego di aggregati fini (≤ 5 mm) dovranno essere effettuate ogni 500 m³ di aggregati impiegati e dovranno comprendere l'analisi granulometrica e la determinazione dell'umidità e dell'equivalente in sabbia. Nel caso invece di ricorso ad aggregati grossi (≥ 5 mm), le prove da svolgersi ogni 1000m³ comprendono l'analisi granulometrica e la determinazione dell'umidità, mentre quelle da effettuarsi ogni 2000 m³ comprendono anche la determinazione della massa volumica. Per quanto riguarda la granulometria degli aggregati, essa sarà controllata secondo le modalità UNI 8520/86, parti 3 e 6, e in accordo alle caratteristiche della presente sezione del Capitolato Speciale d'Appalto.

Nel caso di approvvigionamento da scavo in galleria si controlleranno i materiali, con prelievo dal fronte di scavo; tali prove saranno limitate al:

- contenuto di solfati e cloruri con frequenza giornaliera;
- alla potenziale reattività in presenza di alcali con frequenza settimanale;
- alla perdita di massa per urto e rotolamento, secondo UNI 8520, parte 19;
- all'inizio ed a ogni successiva variazione litologica.

Tutte le prove saranno effettuate presso laboratorio qualificato dall'Appaltatore e approvato dalla Direzione Lavori o presso laboratorio ufficiale.

La copia dei certificati di ogni singola prova, riportanti l'identificazione del lotto controllato e della fonte di fornitura, il laboratorio certificante e la data di prova, sarà tenuta a disposizione della Direzione Lavori.

Nel caso di riscontrata reattività agli alcali si comunicheranno alla Direzione Lavori le misure adottate per escludere il fenomeno.

Additivi

L'impiego degli additivi dovrà essere preventivamente sperimentato, dichiarato nel *Mix Design* della miscela e quindi approvato dalla Direzione Lavori.

Nel caso di cambio della fonte di approvvigionamento, dovrà essere ripetuta la qualifica e copia dei certificati sarà poi trasmessa alla Direzione Lavori.

Gli additivi da impiegare dovranno essere muniti di certificato del fornitore di conformità alle norme e dovranno tutti riportare la marchiatura CE.

Copia di tale certificazione, unitamente ad una scheda tecnica riportante tipo, dosaggi ed effetti dell'additivo, sarà inviata alla Direzione Lavori e sarà allegata al dossier di qualificazione del conglomerato cementizio in sede di getto.

Aggiunte (ceneri, micro-silice, ...)

Dovranno essere eseguite delle prove fisiche e chimiche e di determinazione della finezza dei prodotti, al fine di verificare le caratteristiche richieste.

Le verifiche saranno effettuate con la frequenza di prova indicata sulle tabelle riportate ai punti sopra citati e su campioni provenienti da una stessa sede o lotto di fornitura.

L'esito di ogni prova dovrà essere riportata su certificato, indicando inoltre l'identificazione del Lotto, il laboratorio e la data del campionamento.

Le prove avverranno presso laboratorio qualificato dall'Appaltatore e approvato dalla Direzione Lavori.

Tali verifiche dovranno comunque essere effettuate ogni qual volta la Direzione Lavori lo richieda in base a motivate esigenze tecniche.

La copia dei certificati farà parte del dossier di qualificazione del conglomerato cementizio in sede di getto.

Acciaio d'armatura

Ogni partita di acciaio che entra in cantiere dovrà essere controllata dalla Direzione Lavori. L'Appaltatore dovrà dichiarare la provenienza e la qualità del materiale stesso, nonché il peso complessivo della partita e quello dei tondini dello stesso diametro.

L'impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori i risultati delle prove fisiche e delle analisi chimiche eseguite in fabbrica sulla partita.

Il controllo qualità sugli acciai dovrà essere in accordo alle prescrizioni del D.M.17/01/2018.

Ogni lotto di barre di acciaio controllate in stabilimento dovrà essere munito di documentazione del fornitore, secondo la Normativa vigente, che certifichi gli avvenuti controlli.

Tale certificazione dovrà essere allegata al dossier di qualificazione dell'opera in conglomerato cementizio armato per la quale il lotto è stato impiegato.

L'acciaio dovrà recare in modo visibile i contrassegni di riconoscimento.

In cantiere o in stabilimento di prefabbricazione dovranno essere effettuate le prove previste dalla normativa vigente.

La Direzione dei Lavori potrà comunque disporre l'effettuazione di controlli ulteriori con le modalità da essa stessa indicate, in base a motivate esigenze tecniche.

La presente sezione si applica a tutti i tipi di forniture di acciai per ferri d'armatura di opere in conglomerato cementizio armato.

Per l'acciaio controllato in stabilimento, l'Appaltatore dovrà esibire la documentazione prescritta dalle norme in vigore, che certifichi gli avvenuti controlli e porre la Direzione Lavori in grado di accertare la presenza di contrassegni di riconoscimento. Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di disporre eventuali ulteriori controlli a proprio insindacabile giudizio ed a spese dell'Appaltatore. All'arrivo del materiale in cantiere e/o in stabilimento di prefabbricazione saranno effettuati dei controlli di accettazione.

Questi saranno documentati tramite la compilazione di un apposito verbale.

I controlli riguarderanno l'accertamento della provenienza del materiale da fornitore qualificato, l'esistenza dei certificati di origine e dei contrassegni sulle barre d'acciaio, la corrispondenza della fornitura di documenti d'ordine, l'assenza di ruggine, grasso ed altri elementi pregiudizievoli per l'impiego in opera della singola partita. Da ogni partita saranno prelevate delle barre campione per il controllo del peso effettivo delle barre.

Il materiale rifiutato dovrà essere immediatamente stoccato in apposita area di segregazione.

Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile e rispondente ai requisiti del D.M.17/01/18. La saldatura dovrà essere autorizzata dalla Direzione Lavori dietro preventiva presentazione di una idonea procedura di lavoro che espliciti le modalità di esecuzione, materiali ed attrezzature, nonché la qualifica dei saldatori. Nel caso di impiego di manicotti l'Appaltatore dovrà consegnare preventivamente alla Direzione Lavori le schede tecniche dei prodotti da utilizzare.

Per il controllo del peso effettivo saranno prelevate delle barre campione. Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse ammissibile in base alle tolleranze ed alle normative in vigore, dovranno essere aggiunte barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto.

Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste dalle norme in vigore, il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.

Calcestruzzo

Il rapporto acqua/cemento potrà essere controllato periodicamente secondo le Linee Guida sul Calcestruzzo preconfezionato redatte dal Consiglio Superiore dei LL.PP., sia in centrale di betonaggio che in cantiere alla bocca di getto.

Il controllo di accettazione dei calcestruzzi dovrà avvenire secondo quanto specificato all'art. 11.2.5 del D.M. 17/01/18, per quanto riguarda le resistenze meccaniche.

Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre l'esecuzione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi, quali sclerometro, ultrasuoni, misure di resistenza ecc.

Per le opere principali, quali:

- impalcati
- fondazioni speciali
- opere di sostegno e paratie

è richiesto il controllo di accettazione di tipo A secondo come definito al punto 11.2.5.1 del D.M.17/01/2018, ferma restando la facoltà della Direzione Lavori di optare comunque per il criterio di accettazione di tipo B.

Le prove prescritte dalle specifiche contrattuali, dai documenti di progetto ed eventualmente richieste dalla Direzione Lavori, così come quelle previste dalle leggi vigenti, saranno eseguite a cura e spese dell'Appaltatore.

Si definiscono di seguito le varie successioni dei controlli da eseguirsi sul conglomerato cementizio e sui suoi singoli componenti.

Studio preliminare di "qualificazione": include le prove, gli studi, le certificazioni e le valutazioni da effettuarsi prima dell'inizio delle opere per l'approvazione da parte della Direzione Lavori del "Mix Design" del conglomerato cementizio.

Controlli di "conformità" in corso d'opera: comprendono i controlli da eseguirsi per verificare la conformità del conglomerato cementizio e dei suoi singoli componenti ai requisiti di progetto. Sono inclusi tra tali controlli anche quelli definiti "di accettazione", relativi alle resistenze meccaniche, specificate all'art.11.2.5 del D.M. 14/01/08.

L'Appaltatore dovrà predisporre un laboratorio di cantiere idoneo all'esecuzione delle prove di conformità sui materiali costituenti e sul conglomerato cementizio fresco.

Particolare cura dovrà porsi nelle misure della consistenza del conglomerato cementizio. Per detta caratteristica si terrà a riferimento la norma EN 12350-2 per quel che concerne l'abbassamento del cono di Abrams.

In corso d'opera il calcestruzzo ed i suoi componenti verranno sottoposti a controlli e prove, la cui frequenza e i cui limiti di accettabilità sono quelli previsti dal Capitolato. Qualora l'impasto venisse eseguito con premiscelatore, il prelievo per le prove previste, ad esclusione della consistenza, può essere effettuato presso l'impianto.

Se al controllo della lavorabilità (misura dello slump) nel luogo di getto, risultasse detto valore inferiore fino a 3cm rispetto al limite minimo della classe di consistenza, è ammessa l'aggiunta di acqua, sempre nel rispetto del rapporto A/C; per valori che differiscano per più di 3cm rispetto a quello di riferimento, è invece ammessa l'aggiunta di superfluidificante dello stesso tipo utilizzato per il confezionamento del calcestruzzo in questione, sulla base di prove specifiche preventivamente effettuate per ogni Mix e, comunque, nei limiti fissati nel paragrafo 5.3.

L'aggiunta dovrà essere registrata sulla bolla di consegna a cura del laboratorio e del Responsabile del getto e comunque dovrà essere effettuata entro 90 minuti dal momento del confezionamento all'impianto, così come risulterà dalla bolla di trasporto.

I risultati delle prove previste, ordinati cronologicamente e per zone di getto, verranno esaminati dall'Appaltatore per verificarne la conformità alle prescrizioni tecniche applicabili.

La conformità/accettazione del conglomerato indurito, sarà valutata secondo i criteri del D.M.17/01/2018, al punto 11.2.5.1 “Controllo di accettazione tipo A”.

Dopo l’esito delle prove, verrà definita, in funzione degli intervalli di variazione ottenuti, una carta di controllo che indichi una fascia di oscillazione delle resistenze entro la quale la produzione possa essere considerata “controllata”. Verranno inoltre definiti, qualora nel corso della produzione/fornitura alcuni risultati uscissero dalla fascia, i criteri di valutazione e di controllo e gli interventi correttivi da attivare, per ripristinare la costanza “di qualità” della produzione nel tempo. In particolare, nel caso in cui da calcoli statistici risultasse un frattile superiore al 5%, verranno attivati accertamenti e/o controlli integrativi, quali ad esempio:

- verifica delle modalità di miscelazione;
- verifica delle modalità di confezionamento dei prelievi;
- verifica della modalità di stagionatura durante le prime 24h;
- verifica della taratura degli impianti;
- verifica delle sonde per la determinazione dell’umidità degli inerti;
- verifica della curva granulometrica degli inerti;
- verifica del cemento utilizzato mediante prove su malta plastica;
- al fine di individuare le cause dell’abbassamento dello standard qualitativo, e porvi tempestivamente rimedio.

L’Appaltatore dovrà dare evidenza oggettiva (es: emissione di verbali) delle anomalie riscontrate e degli interventi correttivi adottati.

La relativa documentazione prodotta sarà tenuta a disposizione della Direzione Lavori.

Nel corso della produzione/fornitura i limiti delle fasce potranno essere riesaminati ed aggiornati.

Una miscela di conglomerato che è stata qualificata con miscelazione in autobetoniera può, in corso d’opera, essere confezionata anche con miscelazione all’impianto (premiscelatore). Non è concesso il caso inverso.

Calcestruzzi con resistenze inferiori a quelle di progetto

Se i risultati delle prove eseguite sul conglomerato cementizio o sui loro componenti non saranno conformi a quanto indicato nei calcoli statici, nei disegni e nelle presenti prescrizioni, l’Appaltatore dovrà demolire e ricostruire totalmente l’opera, oppure, a discrezione della Direzione Lavori, sarà tenuta ad eseguire i lavori di adeguamento proposti dallo stesso Appaltatore e preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Se i risultati delle prove e dei controlli eseguiti sui calcestruzzi o sui loro costituenti non risulteranno soddisfare i requisiti minimi previsti nei calcoli statici, nei disegni, nel contratto e nelle presenti prescrizioni, verrà redatto dalla Direzione Lavori un apposito rapporto e l’Appaltatore dovrà:

- Se la carenza è stata verificata prima del getto, sospendere i getti. finchè non saranno stati allontanati dal cantiere tutti i materiali risultati difettosi. L’Appaltatore inoltre proporrà alla Direzione Lavori le azioni correttive che intende applicare al fine di rimuovere ogni eventuale residuo negativo ed evitare il ripetersi della non conformità.
- Se la carenza è stata verificata dopo il getto e, secondo il giudizio della Direzione Lavori, sarà tale da non assicurare i richiesti livelli prestazionali, demolire totalmente e ricostruire l’opera, oppure proporre alla Direzione Lavori l’esecuzione di idonei lavori di adeguamento, che dovranno essere approvati dal Progettista, dal Direttore dei Lavori dal Responsabile del Procedimento e dai Collaudatori. In tal caso verranno applicate le eventuali detrazioni o penali previste nel contratto. Nel caso di non accettazione delle proposte avanzate dall’Appaltatore, la demolizione ed il rifacimento a carico dell’Appaltatore diverranno ineludibili.

L'opera o la parte di opera per la quale è stata redatto il rapporto citato, anche in caso di demolizione e rifacimento, non potrà essere contabilizzata finché la carenza esecutiva non sia stata definitivamente rimossa e accettata. A tale scopo sul calcestruzzo indurito il Direttore dei Lavori potrà disporre l'esecuzione di prove e controlli integrativi mediante prelievo di carote e/o altri metodi non distruttivi da lui scelti quali, ad esempio, prove sclerometriche, ultrasuoni, misure di resistività, prove di estrazione (pull-out), penetrazione della sonda (Windsor), ecc., i cui costi saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Qualora le prove di accettazione sui manufatti diano risultati non conformi ai valori indicati nel progetto, nella presente sezione del Capitolato Speciale d'Appalto, nelle specifiche di esecuzione e nella specifica di controllo qualità, i manufatti stessi risultano non accettabili.

L'Appaltatore potrà quindi dimostrarne l'eventuale accettabilità sulla base di carotaggi, sui risultati dei quali la Direzione Lavori dovrà esprimere il suo eventuale accordo: soltanto in tal caso l'Appaltatore non dovrà procedere alla demolizione o al rifacimento del manufatto in questione.

7.5.2 Controlli aggiuntivi

Controlli particolari dovranno essere eseguiti ogni qualvolta la Direzione Lavori ne ravvisasse la necessità.

7.6 Prove di carico

L'Appaltatore dovrà tenere a disposizione della Direzione Lavori una copia completa delle documentazioni relative alle opere soggette a collaudo, e precisamente:

- Certificati di prove sui materiali, sia in stabilimento di produzione che in cantiere.
- Verbali di prove eseguite in cantiere e/o presso i fornitori.
- Copia dei disegni aggiornati con eventuali modifiche apportate in corso d'opera.
- Verbali e/o registri di laboratorio delle prove su provini di calcestruzzo, su provini in acciaio, sugli inerti e sui cementi.
- Registri dei getti.
- Giornale dei lavori.

Le prove di carico, prescritte dalle specifiche contrattuali, dai documenti di progetto ed eventualmente richieste dalla Direzione Lavori, così come quelle previste dalle leggi vigenti, saranno eseguite a cura e spese dell'Appaltatore.

Le prove di carico (collaudo statico) dovranno essere eseguite in accordo alle normative vigenti ed alle indicazioni del Collaudatore e della Direzione Lavori.

Le spese di collaudo sono a cura e spesa dell'Appaltatore, il quale dovrà mettere a disposizione dell'Organo di collaudo gli operai ed i mezzi necessari ad eseguire le operazioni previste. Risultano inoltre a carico dell'Appaltatore eventuali prove, richieste dalla Direzione Lavori e dall'Organo di collaudo, anche non prescritte all'interno del capitolato speciale d'appalto, ma ritenute necessarie a stabilire l'idoneità dei materiali, dei componenti e delle opere.

L'effettuazione delle prove dovrà essere programmata, con adeguato anticipo, con la Direzione Lavori. Sarà cura dell'Appaltatore verificare e fare in modo che al momento del collaudo risulti disponibile tutta la certificazione prevista dalle norme vigenti.

Prima della effettuazione delle prove l'Appaltatore dovrà concordare con la Direzione Lavori la quantità ed il tipo delle apparecchiature, degli strumenti e dei materiali da utilizzare, garantendo la operatività e la precisione richiesta e facendo eseguire le tarature eventualmente necessarie.

Sarà cura della Direzione Lavori assicurare, nel rispetto delle norme di sicurezza, la completa accessibilità sia alle opere da collaudare che agli strumenti di misura.

SEZIONE 8B: OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO PREFABBRICATE

8 Definizioni

La presente sezione definisce prescrizioni, oneri, specifiche tecniche e quant'altro relativamente alle opere in conglomerato cementizio prefabbricate.

La realizzazione di manufatti e strutture prefabbricate deve soddisfare le prescrizioni contenute nella Sezione 8A precedente nonché le prescrizioni specifiche contenute nella presente Sezione 8B. Ove già non previsti sui disegni di progetto, l'impiego di elementi totalmente o parzialmente prefabbricati è subordinato alla preventiva autorizzazione della Direzione dei Lavori, che potrà prescrivere prove sperimentali atte a prevedere il comportamento della struttura realizzata con tali elementi, con particolare riguardo alla durata nel tempo ed alla efficienza dei collegamenti, tenendo conto dei fenomeni di ritiro e di viscosità e degli effetti dei carichi alternati o ripetuti.

In particolare, qualora i manufatti prefabbricati abbiano funzione portante, siano essi elementi di solaio o di parete, dovranno rispettare le Norme per il calcolo contenute negli stessi D.M. di seguito elencati.

8.1 Normativa di riferimento

Si veda quanto riportato nell'equivalente paragrafo della Sezione 9A. In particolare si evidenzia che la produzione, la posa in opera e il corretto inserimento dei manufatti prefabbricati in un insieme strutturale e le relative procedure di controllo dovranno essere conformi, oltre che a tutte le norme che disciplinano le opere in conglomerato cementizio armato in generale, anche alle seguenti norme specifiche:

- ❑ D.M.17/01/2018;
- ❑ D.M.3/12/1987 "*Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate*"
- ❑ C.M. n° 31104 del 16.03.89

8.2 Classificazione dei conglomerati cementizi

Si veda quanto riportato nell'equivalente capitolo della Sezione 8A

9 Norme di misurazione

Si veda quanto riportato nell'equivalente capitolo della Sezione 8A

10 Oneri e prescrizioni generali

Oltre a quanto riportati nella Sezione 8A:

Ulteriori e più specifiche prescrizioni attinenti controlli e prove sono contenute nel capitolo 6.

10.1 Qualifica dell'impianto di prefabbricazione

Gli impianti di prefabbricazione, siano essi in stabilimento o a piè di opera, qualora non siano già in possesso di certificazione di Sistema Qualità conforme alle normative UNI EN ISO 9000, rilasciata da Ente esterno accreditato, dovranno essere prequalificati dall'Appaltatore e tale qualifica dovrà essere sottoposta, per controllo ed approvazione, alla Direzione Lavori prima di iniziare la produzione.

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, etc.

- modalità esecutive quali: tempi e modi di produzione, metodi di produzione, metodi di stagionatura, etc.

Per l'ottenimento della prequalifica sarà necessaria:

- la verifica preliminare della documentazione del sistema organizzativo e di controllo;
- la verifica presso l'impianto di produzione.

Gli impianti di prefabbricazione per ottenere la prequalifica dovranno inoltre essere muniti di sistemi di controllo e regolazione automatica dell'acqua di impasto in funzione dell'umidità degli inerti.

11 Caratteristiche dei materiali

Si veda quanto riportato nell'equivalente capitolo della Sezione 8A

12 Caratteristiche delle miscele

Si veda quanto riportato nell'equivalente capitolo della Sezione 8A

13 Modalità di esecuzione

13.1 Casseforme

Oltre a quanto riportato nell'equivalente paragrafo della Sezione 9A si evidenzia che la forma, la funzione, l'aspetto e la durabilità della struttura costituita dai manufatti prodotti non dovrà essere compromessa a causa delle casseforme.

Le casseforme dovranno rispondere alle seguenti tolleranze dimensionali:

- lunghezza: $S = \pm L/1000$ con massimo di 20 mm
- sezione (altezza, larghezza, ali): $S = \pm L/200$, con massimo di 5 mm
- spessore anima: $S = \pm L/200$, con massimo di 2 mm

dove: S è la tolleranza ammissibile; L è la dimensione presa in considerazione.

Le casseforme, compresi i sistemi di supporto, dovranno essere progettate e costruite in modo da garantire la permanente rispondenza del prodotto finito alle tolleranze dimensionali del progetto e in modo tale che non venga compromessa l'integrità delle parti strutturali con cui sono costruite le casseforme stesse.

13.2 Posizionamento delle armature

Le tolleranze di posizionamento dell'armatura, per le quali sia S = scarto massimo tra posizione teorica di progetto e posizione in opera;

- Armature in prossimità delle superfici (con il segno + si indica una maggiore distanza dalle superfici)
 - o $S = -0.0$ cm
 - o $S = +0.5$ cm
- Nelle armature interne cui è affidata la resistenza strutturale: il minore tra
 - o $S = \pm 0.25$ cm
 - o $S = \pm h/100$

essendo h lo spessore del conglomerato nella direzione dove lo scarto dell'armatura riduce la resistenza strutturale

- Armature interne costruttive: il minore tra
 - o $S = \pm 1.0$ cm
 - o $S = \pm h/50$

Lo scarto S deve in ogni caso essere inferiore a ± 3 cm nel caso di armature ordinarie e di ± 2 cm per quelle di precompressione, fermo restando quanto detto per le armature di superficie.

13.3 Inserti

Le tavole di progetto contengono l'indicazione dei meccanismi che devono essere conglobati e/o realizzati nelle strutture per esigenze di tipo impiantistico e di finitura. Resta comunque inteso che l'Appaltatore dovrà provvedere ad immergere nelle strutture tutti gli inserti ed a realizzare tutti i vani e gli attraversamenti che figurano negli specifici progetti architettonici e degli impianti.

Si tratta di inserti costituiti essenzialmente da:

- profilati, piastre o lamieroni in acciaio, pressopiegati, destinati a ricevere carichi (e/o intelaiature per serramenti), od a proteggere spigoli e zone critiche esposte ad urti o manomissioni: questi elementi devono essere resi conglobati nel getto completi di zanche, zincati a bagno;
- profilati tipo Halfen, destinati a ricevere carichi appesi, da rendere zincati a bagno e completi di zancature, staffe, testate di attacco per garantire l'adeguato trasferimento dei carichi.

Si precisa che per "meccanismi" si intendono solo le apparecchiature di tipo specifico tecnologico e non quelli attinenti la statica della costruzione, per i quali resta inteso che l'Appaltatore dovrà comunque provvedere secondo le istruzioni che fornirà la Direzione Lavori delle strutture (indipendentemente dall'essere -o meno- questi stessi "meccanismi" già contenuti nelle tavole fornite a corredo del presente documento).

13.4 Esecuzione getto

Si veda quanto riportato nell'equivalente paragrafo della Sezione 8A.

Si precisa inoltre che i sistemi di vibrazione e di maturazione forzata dovranno essere descritti in relazione ed illustrati alla Direzione Lavori prima del confezionamento degli elementi prefabbricati. In particolare la descrizione dei sistemi di vibrazione dovrà comprendere il numero, la posizione, la frequenza e l'ampiezza dei vibratori che si intende impiegare. La descrizione dell'eventuale ciclo di maturazione forzata riporterà la durata di ciascuna delle fasi di pre-stagionatura, pre-riscaldamento, stagionatura e raffreddamento, nonché la temperatura massima del ciclo, il tipo di riscaldamento utilizzato (vapore, aria, ...), lo schema della loro distribuzione corredato dalle sezioni trasversali e longitudinali dell'ambiente di maturazione.

L'eventuale adozione di sistemi a maturazione forzata è subordinata all'approvazione da parte della Direzione Lavori delle modalità seguite. Potranno essere ordinati controlli atti a definire le leggi di variabilità del modulo E e dei parametri di ritiro e fluage per le verifiche di calcolo delle strutture precomprese.

Per quanto concerne la posa in opera di pozzetti, chiusini e canalette prefabbricate, essa avverrà interponendo uno strato di malta dosata a 400 kg/m³ di cemento.

Nel caso di getti da eseguire in presenza d'acqua, sarà cura dell'Appaltatore provvedere con i mezzi più adeguati all'aggettamento o alla deviazione della stessa o, in alternativa, sarà sua cura adottare gli accorgimenti necessari, previa approvazione della Direzione Lavori, per l'esecuzione dei getti.

13.5 Stagionatura

In caso di maturazione accelerata del calcestruzzo mediante trattamento termico a vapore si dovranno rispettare le seguenti modalità:

- il tempo di prestagionatura, alla temperatura massima di 30 °C, non dovrà essere minore di tre ore;

- ❑ il gradiente termico di riscaldamento non dovrà superare il valore di 15/20 °C/ora e dovrà essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo punto d);
- ❑ la temperatura del punto più caldo all'interno del calcestruzzo non dovrà superare 60 °C;
- ❑ la differenza di temperatura, da misurarsi tramite posizionamento di sonde di temperatura secondo le indicazioni della D.L., tra quella massima all'interno del calcestruzzo e quella della superficie del manufatto non dovrà superare 10/ 15 °C;
- ❑ il controllo, durante la maturazione, dei limiti e dei gradienti di temperatura dovrà avvenire utilizzando un'apposita apparecchiatura che registri l'andamento delle temperature nel tempo;
- ❑ la procedura di cui al punto e) dovrà essere rispettata anche per i calcestruzzi gettati in opera e maturati a vapore.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni, nonché della resistenza raggiunta al momento del taglio di trefoli o fili aderenti, dovranno essere maturati nelle stesse condizioni della struttura, secondo quanto previsto dalla Norma UNI 6127 al punto 3.1.3.

13.6 Rimozione dei casseri

Prima di procedere allo scasso si dovrà verificare che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza richiesta per questa operazione eseguendo, preferibilmente, un controllo parallelo con le resistenze raggiunte dai provini maturati contestualmente ai manufatti da disarmare. Per eventuali azioni si dovrà tenere in conto l'attrito della cassaforma, azioni dinamiche, posizione dei punti di sollevamento ecc. In mancanza di determinazioni più precise si assumerà che gli sforzi massimi 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.

L'estrazione dai casseri dei conci di rivestimento galleria dovrà avvenire quando il manufatto avrà raggiunto la resistenza richiesta, almeno pari a $R_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$.

Verranno utilizzati appositi attrezzi tipo Vacuum, o equivalente, comunque tali da non indurre fessure o rotture nel concio; qualora si impieghino mezzi meccanici, particolare attenzione dovrà essere posta alla conservazione degli spigoli.

13.7 Identificazione e stoccaggio dei manufatti

Ogni elemento prefabbricato dovrà essere marcato, in maniera permanente, mediante un numero di matricola, conformemente ai disegni o al catalogo di produzione, in modo da permettere in qualsiasi momento l'identificazione.

Dovrà inoltre essere marcata la data di produzione e il peso dell'elemento qualora lo stesso costituisca parte strutturale dell'opera.

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 dalla rimanente (esposizione al sole,..etc.).

Si dovrà rispettare la posizione dei punti di appoggio come da progetto, per non indurre o favorire deformazioni lente e/o una variazione dimensionale tale da pregiudicare il montaggio stesso e/o un rilassamento dei cavi di precompressione non ammissibile.

Dovranno essere utilizzati appoggi che riducano al minimo le tensioni interne per dilatazione o ritiro. Dovranno essere indicati il tempo minimo e massimo di stoccaggio.

Ciascun elemento dovrà essere contrassegnato almeno come prescritto al par. 4.2.2 del D.M. 03.12.87 salvo i maggiori dati richiesti per manufatti in c.a.p. riportate nello specifico paragrafo della presente Sezione.

13.8 Trasporto

Modalità e tempi del trasporto dei prefabbricati dovranno essere tali da evitare danneggiamenti agli stessi. Per il calcolo delle sollecitazioni, ove non più precisamente determinato, si assumerà una azione dovuta al peso proprio maggiorato del 30% per trasporto su strada e del 20% per trasporto in area di cantiere.

Si dovranno tenere nel dovuto conto, nel caso del trasporto su strada, delle azioni indotte dalla frenatura e dalla azione centrifuga.

Nel caso di trasporto su parti di opera in costruzione dovrà essere accuratamente predeterminata la fascia di transito e le azioni volte ad impedire la fuoriuscita da tale fascia.

13.9 Montaggio

E' inteso che l'Appaltatore è il solo responsabile di tutte le movimentazioni di prefabbricati che interessino l'opera, entro e fuori dell'area di cantiere. Il Tecnico Direttore di Cantiere sarà garante di ogni operazione, anche di quelle qui non specificamente descritte, ma comunque dallo stesso giudicate necessarie e/o opportune ai fini dei montaggi.

L'Appaltatore dovrà descrivere chiaramente le misure di sicurezza che intende adottare, garantendo la stabilità delle strutture in ogni singola fase. Dimensionamento ed esecuzione degli appoggi dovranno rispettare il contenuto dei fogli esecutivi e le prescrizioni tecniche della Direzione Lavori.

L'Appaltatore porterà le istruzioni suddette a conoscenza dei lavoratori di Cantiere e dei Tecnici della Committente, provvedendo a delimitare le aree interessate dai montaggi, sgombrando da ogni materiale estraneo alle operazioni di montaggio, costipando e livellando il piano di movimentazione.

Quando, nel corso del montaggio, venissero riscontrate anomalie nelle strutture rispetto alle indicazioni di progetto, le operazioni devono essere sospese sino a quando non saranno attuati i conseguenti provvedimenti correttivi da concordarsi con la Direzione Lavori.

Gli elementi prefabbricati devono essere provvisti di mezzi adeguati per consentirne una sicura imbragatura agli apparecchi di sollevamento, assicurando sempre la stabilità del carico, specie durante la fase di sganciamento.

Ponti mobili o cassature metalliche munite di balconcino assicureranno l'incolumità degli operai durante il montaggio e/o il getto delle parti situate a grande altezza da terra, con predisposizioni per l'aggancio e lo scorrimento delle cinture di sicurezza.

Le aperture esistenti nei pannelli (lucernari e simili) devono essere protette con solidi ripari.

Le operazioni di posizionamento e montaggio devono essere dettagliatamente descritte nel piano di montaggio e varo, che dovrà specificare le tolleranze ammesse nel posizionamento, ove già non previste in fase progettuale.

Nel caso di travi prefabbricate di lunghezza L, salvo più restrittive specifiche progettuali, andranno rispettati i seguenti limiti (S = scarto ammissibile):

- posizionamento appoggi nel senso longitudinale:
 - o $S = \pm L/2000$ con un massimo di ± 1 cm
- posizionamento appoggi nel senso trasversale:
 - o $S \leq 1$ cm
- posizionamento altimetrico appoggi:

- o assoluto: $S \leq 0.5 \text{ cm}$
- o relativo tra appoggi di una stessa travata su una pila: $S \leq 1 \text{ mm}$
- parallelismo piani di appoggio travi pulvino:
 - o $S = \pm 0.003 \text{ rad}$

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.

13.10 Messa in tensione di cavi di precompressione

Nel caso di strutture prefabbricate in c.a.p., la messa in tensione delle armature dovrà avvenire per mezzo di apparecchiature già qualificate e corredate di certificazioni di taratura del dispositivo completo (martinetto+centralina); si dovranno utilizzare martinetti monotrefolo dotati di dispositivo che impedisce la rotazione del trefolo durante le fasi di tesatura.

L'Appaltatore prima delle operazioni di messa in tensione dovrà redigere un progetto dettagliato delle modalità di applicazione della precompressione ed inviarlo, per informazione, alla Direzione Lavori.

Durante le operazioni di tesatura ed eventuali ritesature delle tensioni, si dovranno registrare in un apposito modello:

- i tassi di precompressione
- gli allungamenti totali o parziali di ogni cavo

Il modello, una volta compilato, sarà inserito nel dossier di controllo del manufatto.

14 Controlli di qualità

14.1 Generalità

Oltre a quanto già riportato nell'equivalente paragrafo della Sezione 9A, si evidenzia che i controlli di qualità dei manufatti prefabbricati dovranno essere conformi alle prescrizioni del D.M. 17/01/2018 Aggiornamento delle "Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 05/11/1971 n. 1086" e del D.M.n° 39 del 3/12/1987 "Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate" e successivi aggiornamenti.

14.2 Qualifica del laboratorio prove

Si veda l'equivalente paragrafo della Sezione 8A.

14.3 Qualifica delle materie prime

Si veda l'equivalente paragrafo della Sezione 8A.

14.4 Qualifica delle miscele

Si veda l'equivalente paragrafo della Sezione 8A.

14.5 Controlli in corso d'opera

Si veda l'equivalente paragrafo della Sezione 8A.

14.6 Verifica presso lo stabilimento o impianto di produzione

Dovranno essere verificate in particolare:

- a) le attrezzature da impiegare nella prefabbricazione, quali impianti di betonaggio, casseforme, piani vibranti, aree di produzione e di stoccaggio, modalità di protezione e trasporto, etc.;
- b) le modalità esecutive, quali tempi e modi di produzione, metodi di vibrazione e metodi di stagionatura;
- c) il laboratorio interno per le prove sui materiali;
- d) le attrezzature per il controllo dei cicli termici durante la stagionatura;
- e) le materie prime utilizzate nel ciclo produttivo.

Sulla base della documentazione di cui sopra, di ulteriori informazioni eventualmente richieste e dell'esito della visita verrà riconosciuta l'idoneità dell'impianto alla produzione.

La Direzione Lavori potrà rifiutare o sospendere la fornitura dei manufatti in caso di esito negativo delle suddette verifiche.

14.7 Controlli dimensionali di manufatti

Questi controlli vanno eseguiti sul luogo di produzione degli elementi prefabbricati prima delle operazioni di montaggio.

14.8 Controlli aggiuntivi sugli elementi prefabbricati

Per gli elementi prefabbricati con funzioni portanti potranno essere ordinate prove di carico anche per sovraccarichi superiori a quelli prescritti, spingendo l'elemento (o gli elementi) strutturale(i) sino a collasso.

Nell'ambito dei controlli che l'Appaltatore dovrà eseguire su eventuale ordine della Direzione Lavori e/o Collaudatore Statico, si intendono comprese le ricerche atte ad accertare (oltre alle normali caratteristiche di resistenza meccanica dei materiali):

- le resistenza ad urto, fatica, abrasione;
- la determinazione del Modulo Elastico all'origine e della forma del diagramma (σ - ϵ) e deformazione ultima σ_u -duttilità;
- aderenza, ritiro, viscosità, coefficiente di dilatazione termica;
- calore di idratazione e resistenza al fuoco;
- porosità ed impermeabilità;
- conducibilità termica;
- durabilità (capacità a conservare inalterate le caratteristiche meccaniche);
- omogeneità.

Tali prove dovranno essere effettuate con frequenze e modalità indicate nelle normative tecniche vigenti tra le quali si citano la UNI ISO 4184:1990, la UNI 9252:2001, la UNI 9526/89 e la UNI EN 206-1:2016.

14.9 Prove di carico

Si veda l'equivalente paragrafo della Sezione 8A.

SEZIONE 9: IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

SOMMAIRE / INDICE

1	INTERVENTI DI PROGETTO	2
2	PRESCRIZIONI SUI MATERIALI	2
2.1	Notazioni tecniche generali.....	2
2.2	Apparecchi ausiliari di comando per tensioni non superiori a 1000 V	3
2.3	Blocchi di fondazione pali.....	3
2.3.1	Blocchi di fondazione per pali illuminazione.....	3
2.4	Cavi elettrici.....	4
2.4.1	Sezione del cavo	4
2.4.2	Colorazione delle guaine e contrassegni.....	4
2.5	Interruttori magnetotermici differenziali modulari - In max 100 A.....	4
2.6	Pali di sostegno apparecchiature	5
2.7	Pozzetti prefabbricati in cls - chiusino ghisa carrabile	5
2.8	Scatole e cassette di derivazione	6
2.9	Scavi, tracciamenti, reinterri e ripristini.....	6
2.9.1	Tracciamenti	6
2.9.2	Scavi	7
2.9.3	Reinterri	9
2.10	Tubazioni in polietilene interrate per reti elettriche	12
2.11	Tubazioni in PVC per reti elettriche.....	12

1 Interventi di progetto

Nella sezione in oggetto saranno analizzate le reti dei sottoservizi previste in progetto:

- Reti distribuzioni MT/BT
- Illuminazione
- Reti telematiche.

2 Prescrizioni sui materiali

2.1 Notazioni tecniche generali

I componenti da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia ed a quanto prescritto nel seguito; in mancanza di particolari prescrizioni, dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

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

Quando la Direzione Lavori abbia riscontrato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute.

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

Tutti i manufatti oggetto del presente appalto dovranno essere preventivamente campionati.

La campionatura dovrà essere effettuata salvo diversa indicazione con la presentazione dei prodotti di almeno tre diverse case costruttrici.

Solo dopo benestare del Direttore dei Lavori, che potrà richiedere a suo insindacabile giudizio ulteriori campioni, sarà possibile effettuare ordinazione e montaggio dei componenti.

Le campionature dovranno essere effettuate in funzione del programma lavori e dovranno essere tra loro coordinate in modo da garantire una visione completa e non settoriale dell'opera.

Durante l'esecuzione dei lavori ed al termine dei medesimi dovranno essere effettuate tutte le necessarie verifiche e prove funzionali.

La modalità di esecuzione delle prove e delle verifiche dovrà essere conforme alle norme ASSISTAL e UNI/CEI/CTI vigenti.

Inoltre il Direttore dei Lavori potrà richiedere l'esecuzione di tutte le prove e verifiche che riterrà necessarie o solo opportune.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei componenti impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni 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 le autenticità e la conservazione.

Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso Laboratori Ufficiali o comunque graditi alla Direzione Lavori e dal concessionario.

I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

Tutte le apparecchiature soggette a vibrazioni dovranno essere isolate dalle reti tramite opportuni giunti antivibranti.

Tutte le reti di tubazioni soggette a dilatazione dovranno essere complete di compensatori di dilatazione, rulli di scorrimento, tutto dove necessario e punti fissi di adeguata robustezza.

Tutti i manufatti con componenti elettrici oltre a rispondere alle norme CEI dovranno essere dotati di marchio IMQ o di equivalente marchio europeo nei casi particolari in cui sia provata la mancanza di materiali di pari caratteristiche con marchio italiano. Dovranno inoltre essere marcati CE se previsto dalle relative direttive.

Tutti i componenti impiantistici dovranno essere costruiti da fornitori dotati di marchio di qualità secondo UNI EN ISO 9002/94. I costruttori dovranno rilasciare dichiarazione di conformità ai sensi della norma EN 45014.

La posizione indicata sui disegni dei terminali e delle altre apparecchiature è puramente indicativa. Le precise localizzazioni saranno definite nel corso dei lavori e non potranno dare adito a richieste di maggiori oneri.

I disegni allegati al presente capitolato hanno valore dal solo punto di vista impiantistico. Per quanto riguarda gli aspetti edili e strutturali fare riferimento alle tavole di progetto relative.

2.2 Apparecchi ausiliari di comando per tensioni non superiori a 1000 V

Costruttivamente conformi alle norme CEI 17.14, 17.3 e successivi adeguamenti. Rientrano in questa sezione tutti quegli apparecchi “modulari” che permettono di realizzare comandi ausiliari a distanza.

Tali apparecchi sono:

- relè passo-passo fino 16A
- contattori modulari da 25/40/63 A
- pulsanti fino 16 A
- prese di corrente bipolari fino 16 A
- interruttori orari fino 16 A
- trasformatori monofasi fino 30 VA
- suonerie e ronzatori
- selettori fino 16 A
- relè scale 16 A
- gemme luminose
- interruttori salvamotori da 0,1 - 25 A

L'esecuzione sarà del tipo a scatto per montaggio su profilato unificato.

Provisti di certificazione di conformità rilasciata da laboratori autorizzati.

2.3 Blocchi di fondazione pali

2.3.1 Blocchi di fondazione per pali illuminazione.

Qualora il terreno presenti buona consistenza, basamenti gettati direttamente contro terra, avendo cura di evitare smottamenti durante la gettata che potrebbero inquinare il calcestruzzo

In caso di terreni di riporto o di limitata consistenza o in leggero pendio basamenti convenientemente armati. Ove esistono pavimentazioni stradali o marciapiedi con rivestimento in asfalto, piano superiore del basamento sottostante di circa 5 cm rispetto al piano della pavimentazione o del marciapiede al fine di poter ripristinare il manto preesistente senza alcuna discontinuità

Inferiormente nel basamento annegare uno spezzone di tubo diametro 100 mm, in PVC rigido, serie pesante, onde permettere l'entrata del cavo di alimentazione dell'apparecchio illuminante.

Riempimento dello scavo con materiale di risulta con ghiaia naturale accuratamente costipata, trasporto alla discarica del materiale eccedente, compreso nel prezzo del basamento, sistemazione dei cordoli eventualmente rimossi compreso nel prezzo del basamento.

Riempimento foro con sabbia di costipamento e collare di bloccaggio palo in malta cementizia.

Altezza del collarino sopra basamento di 20/30 cm ma tale da non coprire il bullone di terra, sotto basamento non inferiore a cm 20, in modo da terminare al di sotto dello strato di finitura della pavimentazione del marciapiede.

Eventuale rimozione dei cordoli del marciapiede compresa nell'esecuzione dello scavo del blocco. Per tutte le opere elencate nel presente capitolato, previsto il ripristino del suolo pubblico. Nessun ulteriore compenso per dimensionamento maggiore dei blocchi di fondazione rispetto alle misure indicate

Completi di accessori, relazioni di calcolo firmate da professionista abilitato e pratiche di legge.

2.4 Cavi elettrici

2.4.1 Sezione del cavo

Portata in regime permanente secondo CEI UNEL 35024/1 per cavi isolati con materiale elastomerico e termoplastico, CEI UNEL 35024/2 per cavi ad isolamento minerale.

Coefficiente di riduzione relativo alla condizione di installazione e al raggruppamento dei cavi inteso nelle condizioni più restrittive durante lo sviluppo della linea;

Caduta di tensione tra utilizzatore più lontano e fonte di energia non superiore al 4%;

Sezioni minime:

- 1 mm² per circuiti di segnalazione (eccetto nelle Centrali Tecniche in cui la sezione minima dovrà essere di 1,5 mm²)
- 1.5 mm² per circuiti luce
- 2.5 mm² per circuiti F.M.
- 6 mm² per cavi principali derivati dal quadro generale;

Cavi e/o conduttori in partenza dai quadri secondari a sezione costante fino all'utenza più lontana.

2.4.2 Colorazione delle guaine e contrassegni

- Contrassegni per l'individuazione immediata di ogni cavo
- Cavi multipolari con colorazione del rivestimento esterno e delle guaine interne prevista dal costruttore
- Cavi unipolari con colorazione delle guaine come segue:
 - conduttore di terra: giallo rigato di verde;
 - conduttore di neutro: blu;
 - conduttore in c.c.: rosso;
 - conduttori per le fasi: altri colori a scelta purché contraddistinti in R-S-T per distribuzioni tra le fasi e neutro. Dello stesso colore tra le fasi di distribuzioni trifasi senza neutro;
 - giunte sui cavi solo per tratti di lunghezza maggiori delle pezzature standard in commercio.

2.5 Interruttori magnetotermici differenziali modulari - In max 100 A

Costruttivamente conformi alle norme CEI 23.18 IEC 974-2 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 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.

2.6 Pali di sostegno apparecchiature

Conformi alle norme UNI-EN40/CNR-UNI 10011-83/CNR-UNI 10022/CNR-UNI 7070 E NORME CEI in particolare la NORMA CEI 64-7 e la NORMA CEI 7-6.

In acciaio Fe 360B UNI 7070/82 trattato con zincatura a caldo per immersioni in modo da realizzare un rivestimento interno ed esterno. Ciascun palo numerato.

Durante la messa in opera, particolare attenzione affinché gli stessi siano perfettamente a piombo e perfettamente allineati sia longitudinalmente che in altezza.

Durante gli spostamenti ed il rizzamento non dovranno essere scalfite le superfici zincate.

In corrispondenza del punto di incastro e prima della zincatura, riporto di un collare di rinforzo della lunghezza di 600 mm (\pm 300 mm dal punto di incastro) dello spessore identico a quello del palo stesso e saldato a filo continuo alle estremità.

All'interno delle finestrelle di ispezione morsettiere a doppio isolamento.

Portello montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione interna IP54 secondo Norme CEI 70-1. Finestrella d'ispezione idonea a consentire l'accesso all'alloggiamento elettrico munito di un dispositivo di fissaggio (guida metallica) destinato a sostenere la morsettiere di connessione in classe II.

Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli), richiesta la zincatura a caldo secondo la Norma CEI 7-6

Percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiere di connessione protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante diametro 50 mm posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro le tubazioni di diam. 100 mm predisposte nei blocchi di fondazione.

Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola od a cima palo bracci in acciaio a codoli zincati a caldo secondo Norma UNI-EN 40/4 aventi caratteristiche dimensionali adeguate

Accessori vari.

2.7 Pozzetti prefabbricati in cls - chiusino ghisa carrabile

I chiusini saranno in ghisa grigia carrabile con le dimensioni indicate negli elaborati di progetto.

Gli esami micrografici dovranno accertare che il materiale rientri nelle norme UNI 3775/73, in particolare nel gruppo I A4.

Il chiusino dovrà essere sottoposto a sforzo di compressione con carico applicato lentamente ad una velocità di circa 60 kN al minuto primo e agente normalmente al chiusino nella parte centrale su una superficie di cm 22x15.

Con detta prova il carico di rottura non dovrà essere inferiore a 400 kN.

La Direzione Lavori per il controllo della fornitura procederà, ed in contraddittorio con l'Impresa, a prelevare tutti i campioni che ritenga opportuno per farli sottoporre alle prove meccaniche e micrografiche prescritte nelle norme UNI 5007/69 e UNI 3774/73, il tutto, con spese a carico dell'Impresa aggiudicataria.

I chiusini dovranno risultare privi di irregolarità, di soffiature, incrinature, vaiolature, stuccature, porosità e di qualsiasi altro difetto.

L'impresa è tenuta a sostituire i pezzi che risultino imperfetti o che subiscano rotture o guasti sia prima che dopo la posa in opera e ciò fino alla data di approvazione del collaudo se trattasi di imperfezioni imputabili alla natura dei chiusini; l'impresa sarà di conseguenza responsabile dei danni che deriveranno alla Committenza o a terzi nel caso di rottura o di mancata o ritardata sostituzione dei chiusini di cui sopra.

Il suggello di chiusura dovrà aderire perfettamente al telaio, senza dar luogo a spostamenti o movimenti di sorta al passaggio di carichi stradali.

Nell'apposito riquadro del suggello e sul telaio dovrà essere impressa visibilmente la ragione sociale della ditta fornitrice e, sul solo suggello, la dicitura relativa al tipo di utenza.

ragione sociale della ditta fornitrice e, sul solo suggello, la dicitura relativa al tipo di utenza.

2.8 Scatole e cassette di derivazione

Impiego richiesto per ogni giunzione, ogni derivazione, ogni brusca deviazione del percorso delle tubazioni, ogni 2 curve, ogni 15 m nei tratti rettilinei, all'ingresso di ogni corpo illuminante.

Non ammesso il transito nella stessa cassetta di conduttori appartenenti a impianti o servizi diversi.

Posa delle tubazioni a filo interno delle cassette con la cura di lisciare gli spigoli onde evitare il danneggiamento delle guaine dei conduttori nelle operazioni di infilaggio e sfilaggio.

Nel caso di impianto a vista raccordi con le tubazioni esclusivamente eseguiti tramite imbocchi in pressofusione o plastici secondo quanto prescritto.

Morsetti di tipo a mantello con base in ceramica od in altro materiale isolante.

Conduttori disposti ordinatamente nelle cassette con un minimo di ricchezza.

Fissaggio delle cassette esclusivamente alle strutture murarie tramite tasselli ad espansione o chiodi a sparo.

Tipo di servizio di appartenenza di ogni scatola individuato mediante contrassegno sul coperchio per ogni scatola o cassetta morsetto di terra.

2.9 Scavi, tracciamenti, reinterri e ripristini

2.9.1 Tracciamenti

Prima di iniziare qualsiasi movimento di materiale eseguire i tracciamenti definitivi nonché la picchettazione completa degli stessi.

L'Impresa ha ogni responsabilità dei tracciamenti eseguiti, sia per la corrispondenza al progetto, sia per l'esattezza delle operazioni.

L'Impresa dovrà inoltre porre a disposizione della Direzione Lavori, il personale, gli strumenti topografici e metrici di precisione, i mezzi di trasporto e quant'altro occorra perché la Direzione stessa possa eseguire le verifiche del caso.

2.9.2 Scavi

Classificazione in base alla natura del terreno

1) Scavi in terreni di qualsiasi natura e consistenza

Scavi di terra di qualunque genere e consistenza, sabbia, ghiaia, ciottoli, ciottoloni, ecc. che possano essere eseguiti con i normali mezzi d'opera, manuali e meccanici.

2) Scavi in roccia da mina

Scavi in roccia dura compatta per cui gli attrezzi di cui sopra non sono normalmente sufficienti ma debbono essere integrati dall'uso dell'esplosivo. Non sono compresi tra gli scavi in roccia da mina quelli eseguiti in rocce tenere e scistose, come le marne, i tufi, le argille e le puddinghe tenere.

Modalità di esecuzione degli scavi in genere

Eseguiti secondo i disegni di progetto e le prescrizioni date dalla Direzione dei Lavori.

a) Scavi in genere - Nella esecuzione degli scavi, qualora per la qualità del terreno, per il genere di lavori che si eseguono e per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbadacchiare od armare le pareti dei cavi, l'Assuntore dovrà provvedervi di propria iniziativa, a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti e per assicurare contro ogni pericolo gli operai. L'Assuntore resta in ogni caso unico responsabile, sia in via diretta che, eventualmente, in via di rivalsa, di eventuali danni alle persone, alle cose, ai lavori, alle proprietà pubbliche e private, e di tutte le conseguenze di ogni genere che derivassero dalla mancanza, dalla insufficienza o dalla poca solidità delle opere provvisorie, dalla poca diligenza nel sorvegliare gli operai nonché dalla inosservanza delle disposizioni vigenti sui lavori pubblici, sulla polizia stradale e sulla prevenzione degli infortuni.

Lavori di scavo condotti in modo che le acque scorrenti alla superficie del terreno non si versino negli scavi e le acque di infiltrazione che eventualmente scaturissero dal fondo e dalle pareti degli scavi eliminate, raccogliendole in appositi canaletti, drenaggi, canali fugatori appositamente aperti, etc.

Nel caso in cui i mezzi normali suddetti non risultassero sufficienti, l'Impresa dovrà provvedere all'esaurimento dell'acqua mediante pompe di adeguata potenza e portata.

b) Scavi in prossimità di edifici - Scavi preceduti da attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi, per accertare la natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati.

Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi ed alla realizzazione delle opere di presidio alle quali - restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'Impresa - si sia dato corso secondo modalità consentite dalla Direzione dei Lavori, faranno carico al concessionario e verranno remunerate ai prezzi d'elenco.

Qualora qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'Impresa redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le Proprietà interessate, corredandolo di una adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.

c) Interferenze con servizi pubblici - Tutte le volte che nella esecuzione dei lavori si incontreranno tubazioni o cunicoli di fogna, tubazioni di gas o d'acqua, cavi elettrici, telegrafici e telefonici o altri ostacoli imprevedibili per cui si rendesse indispensabile variante al tracciato e alle livellette di posa, l'Assuntore ha l'obbligo di darne avviso al Direttore dei Lavori, che darà le disposizioni del caso. Particolare cura dovrà porre l'Assuntore affinché non siano danneggiate dette opere nel sottosuolo e dovrà, a sue cure e spese, a mezzo di sostegni, puntelli, sbadacchiature e sospensioni, far quanto occorre perché le opere stesse restino nella loro primitiva posizione. Dovrà quindi avvertire

immediatamente gli Enti proprietari, uniformandosi ad eseguire le opere provvisorie ed adottare tutte le cautele e le prescrizioni che fossero dagli stessi suggerite.

Tutti gli oneri che l'Impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi, si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'elenco per l'esecuzione degli scavi. Saranno a carico del concessionario esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti di tali servizi che a giudizio della Direzione dei Lavori risultino strettamente indispensabili.

Le riparazioni che si rendessero necessarie per rotture, guasti per incuria o inosservanza delle prescrizioni, saranno invece a totale carico dell'Impresa.

Nel caso che l'apertura di uno scavo provocasse emanazioni di gas, si provvederà a spegnere o ad allontanare qualsiasi fuoco che possa trovarsi nelle vicinanze del lavoro e subito si avvertiranno gli Uffici competenti.

Resta comunque stabilito che l'Assuntore è responsabile di ogni e qualsiasi danno che possa venire dai lavori a dette opere nel sottosuolo e che è obbligato a ripararlo al più presto sollevando l'Amministrazione appaltante da ogni gravame.

d) Materiali di risulta - Le materie provenienti dagli scavi in genere, ove non siano utilizzabili, o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile della Direzione, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, ai pubblici scarichi, ovvero su aree che l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese.

I materiali reimpiegabili saranno generalmente depositati in cumuli lateralmente alle trincee, disposti in modo da non creare ostacoli per il passaggio, il traffico e le manovre degli operai, mantenendo libera la zona stradale riservata al transito ed in modo da prevenire ed impedire l'invasione delle trincee dalle acque meteoriche e superficiali nonché gli scoscendimenti e smottamenti delle materie depositate e ogni altro eventuale danno.

Le terre e le materie detritiche, che possono essere impiegate per la formazione dello strato di reinterro parziale di protezione dei tubi, saranno depositate separatamente dagli altri materiali.

Quando per la ristrettezza della zona non fosse possibile depositare lateralmente alla trincea la terra ed i materiali da reimpiegarsi, questi dovranno essere trasportati in luoghi più adatti, dove saranno di volta in volta ripresi.

e) Scavo in sede di strade bitumate - Preceduto dal taglio con scalpello o con altri mezzi idonei della massicciata per tutto lo spessore, in modo che i bordi della pavimentazione tagliata risultino netti e privi di lesioni e sfrangiature. Il compenso per gli oneri derivanti all'Impresa dal disfacimento stradale in qualunque modo venga eseguito si intende incluso nei prezzi degli scavi indicati in elenco.

f) Scavo in sede di zone con acciottolato - Deve essere preventivamente rimosso lo strato superficiale contenente i ciottoli e tenuto separato dalla parte restante di materiale da riutilizzare per il riempimento.

Scavi in trincea o a "sezione obbligatoria"

Per scavi in trincea o "a sezione obbligatoria" si intendono quelli incassati a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri ed alle platee di fondazione dei pozzetti d'ispezione o per il collocamento in opera delle tubazioni.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, tali scavi, dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione, tenendo nel debito conto le istruzioni impartite dal Ministero dei Lavori Pubblici con la circolare 6 novembre 1967, n. 3797 del Servizio Tecnico Centrale.

Le profondità indicate nei disegni di consegna, sono perciò di semplice avviso e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa 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.

Piani di fondazione 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.

Fondo dei cavi aperti per il collocamento in opera delle tubazioni ben spianato. Non saranno tollerate sporgenze o infossature superiori ai tre centimetri misurati dal piano delle livellette.

Pareti scavi senza blocchi sporgenti o masse pericolanti che, in ogni caso, dovranno essere tempestivamente abbattute o sgombrate a cura e spese dell'Assuntore.

Nei punti corrispondenti alle giunzioni dei tubi scavare, all'atto della posa di questi, nicchie di convenienti dimensioni, sì da permettere di lavorare con comodità alla perfetta esecuzione dei giunti ed alla loro completa ispezione durante le prove. L'onere delle nicchie è compensato col prezzo di elenco per la posa in opera delle tubazioni.

Compiuta la muratura di fondazione o dopo la posa delle tubazioni, lo scavo riempito e costipato, a cura e spese dell'Impresa, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Scavi solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da assicurare abbondantemente contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature. L'onere di tali armature resterà a carico dell'Impresa, essendo compensate col prezzo di elenco per lo scavo.

Nell'esecuzione degli scavi in trincea, l'Impresa, senza che ciò possa costituire diritto a speciale compenso, dovrà uniformarsi, con riguardo alla lunghezza delle tratte da scavare, alle prescrizioni che verranno impartite dal Direttore dei Lavori.

Pure senza speciale compenso, bensì con semplice corresponsione dei prezzi o delle maggiorazioni che l'Elenco stabilisca in funzione delle varie profondità, l'Impresa dovrà spingere gli scavi occorrenti alla fondazione dei manufatti fino a terreno stabile.

Per la posa delle tubazioni trincee con fondo senza infossature e sporgenze rispetto ai piani delle livellette, affinché i condotti vi appoggino in tutta la loro lunghezza.

2.9.3 Reinterri

Il reinterro dovrà essere eseguito in modo che:

- per natura del materiale e modalità di costipamento, non abbiano a formarsi, in prosieguo di tempo, cedimenti o assestamenti irregolari;
- i condotti ed i manufatti non siano assoggettati a spinte trasversali o di galleggiamento e, in particolare, quando i primi siano realizzati mediante elementi prefabbricati, non vengano provocati spostamenti;
- si formi un'intima unione tra il terreno naturale ed il materiale di riempimento, così che, in virtù dell'attrito con le pareti dello scavo, ne consegua un alleggerimento del carico sui condotti.

Per conseguenza, malgrado ai reinterri si debba, di norma, provvedere utilizzando i materiali di risulta degli scavi, non potranno in alcun caso essere impiegati materiali, quali scorie o terreni gessosi, che possano aggredire chimicamente le opere, né voluminosi, quali terreni gelati o erbosi, o di natura organica, che possano successivamente provocare sprofondamenti.

Quando il materiale di risulta non possiede le necessarie caratteristiche, dovrà essere allontanato e sostituito con la fornitura di terreno idoneo. Sarà compensato l'allontanamento, con gli appositi prezzi d'Elenco. Il corrispettivo per il reinterro con i materiali di risulta degli scavi comprende l'eliminazione dei corpi estranei voluminosi, quali trovanti in roccia, massi, grosse pietre, ciottoli e

simili, che potrebbero lesionare i manufatti durante i reinterri o, a costipamento avvenuto, determinare la concentrazione di carichi sui condotti.

Nell'eseguire i reinterri, si dovrà distinguere tra il rinalzo della tubazione, il riempimento della fossa e la sistemazione dello strato superficiale.

Rinalzo eseguito con getto protettivo in cls magro, il riempimento, da effettuarsi stendendo il materiale in successivi strati, di spessore tale da assicurare, con impiego di apparecchiature scelte in relazione alla natura del materiale stesso, un sufficiente costipamento, senza danneggiamenti delle tubazioni.

Strato superficiale degli scavi completato con modalità diverse, a seconda del tipo di finitura richiesta. Si impiegheranno, all'occorrenza, i materiali idonei ricavati dalla rimozione degli strati superficiali stessi effettuata all'atto degli scavi, materiali che saranno depositati in cumuli distinti da quelle del restante terreno.

Scavi eseguiti in campagna riempiti sino a formare una leggera colma rispetto alle preesistenti superfici, da assegnarsi in rapporto al successivo prevedibile assestamento.

I prezzi stabiliti dall'Elenco per i reinterri remunerano anche le sistemazioni superficiali sia degli scavi che delle località in cui siano stati lasciati a provvisorio deposito i materiali di risulta. Essi sono pure comprensivi degli oneri che l'Impresa dovrà sostenere per controllare costantemente le superfici dei reinterri, e delle prestazioni di mano d'opera e mezzi d'opera necessarie alle riprese ed alle ricariche fino al ripristino della pavimentazione, se questo sia compreso nell'Appalto, o al conseguimento del collaudo.

Il concessionario si riserva la facoltà di provvedere direttamente alle riprese ed alle ricariche nel caso di inadempienza dell'Impresa, al quale, in tale evenienza, saranno addebitate mediante semplice ritenuta, tutte le conseguenti spese.

L'osservanza delle prescrizioni impartite nel presente articolo in ordine alle modalità di esecuzione dei reinterri e di sistemazione e manutenzione degli strati superficiali, non solleva l'Impresa da nessuna responsabilità relativa alla sicurezza.

Ripristini stradali

Ai ripristini stradali si dovrà - di norma - dar corso una volta acquisita sufficiente certezza dell'avvenuto definitivo assestamento dei reinterri. A tale scopo, potrà' essere assegnato il termine - in aggiunta a quello fissato per l'ultimazione dei lavori -, entro il quale dovranno essere compiuti i ripristini e riconsegnate in condizioni perfette le strade interessate dai lavori.

In relazione a particolari esigenze della circolazione o a specifiche richieste dei Proprietari, è tuttavia in facoltà della Direzione dei Lavori prescrivere, a suo insindacabile giudizio e senza che l'Impresa possa opporvi rifiuto o avanzare pretese di speciali compensi, che i rifacimenti abbiano luogo in tempi diversi per i vari tratti di strade, ed anche non appena ultimati i reinterri, senza dar luogo alle provvisorie sistemazioni e riaperture al transito.

In quest'ultimo caso, riempimento della fossa arrestato a quota tale da lasciare tra la superficie superiore del reinterro e la prevista quota del piano viabile uno spessore pari a quello stabilito per la massicciata stradale.

A richiesta della Direzione dei Lavori, l'Impresa sarà tenuta a realizzare i ripristini delle varie strade con consistenza diversa sia da tratto a tratto, sia anche rispetto a quella originaria delle massicciate demolite.

La Direzione dei Lavori potrà pure prescrivere che il ripristino delle singole strade o dei vari tronchi di strade abbia luogo in due o più riprese, differendo la stesa degli strati superficiali in modo che, all'atto della loro esecuzione, siano ripresi gli avvallamenti che si fossero eventualmente formati per cedimenti dei reinterri e degli strati sottostanti della massicciata.

Indipendentemente dalle modalità esecutive attuate o prescritte, l'Impresa è l'unico responsabile della perfetta riuscita dei ripristini; pertanto, eventuali anomalie o difetti che avessero a verificarsi anche successivamente ad un favorevole collaudo, dovranno sempre essere eliminati a sue cure e spese, essendo tali carenze da considerare ad ogni effetto quali vizi occulti di cui agli articoli 1667 e 1669 C.C.

Verificandosi eventuali cedimenti con il tempo, e fino a collaudo delle opere, l'Impresa dovrà ritornare sul posto con macchine e mano d'opera e provvedere alla ricostruzione della sagoma stradale con pietrischetto per rappezzi. Per queste eventuali riprese non sarà corrisposto all'Impresa alcun compenso essendosi tenuto conto di tali oneri nel formulare il prezzo dei ripristini.

In difetto di pronto intervento il concessionario farà eseguire i ripristini e le riprese da altre ditte addossandone gli oneri all'Impresa inadempiente.

Ripristini di pavimentazioni non asfaltate

Pavimentazioni in generale ripristinate con materiale di tipologia e finitura analoghe a quelle già esistenti, salvo disposizione della D.L. che definisca un diverso tipo di finitura od il solo riempimento degli scavi con terra, essendo la finitura delle pavimentazioni a carico di altre Imprese.

Tutti i ripristini di qualsiasi tipo eseguiti dopo il necessario assestamento del materiale di riempimento.

Drenaggi ed opere di aggettamento

Canalizzazioni e manufatti costruiti mantenendo il piano di fondazione costantemente all'asciutto. In caso di necessità sotto il piano di fondazione canaletto o tubo di drenaggio o platea formata a file staccate di conci di calcestruzzo, così da ottenere, con l'impiego di pompe, l'abbassamento della falda freatica sotto il piano di fondazione.

Sopra i tubi di drenaggio, uno strato di ghiaia; sui conci lastre per la copertura dei relativi canaletti, e su queste uno strato di ghiaia; dopo di che gettata di fondazione.

Scavi, di norma, eseguiti da valle verso monte per consentire lo smaltimento delle acque a deflusso naturale. Gli eventuali drenaggi si intendono compensati nei prezzi previsti.

Eventuali aggettamenti saranno compensati con il semplice nolo delle pompe come da Prezziario.

L'Impresa sarà responsabile di ogni eventuale danno e maggiore spesa conseguenti all'arresto degli impianti di aggettamento.

Drenaggi e vespai

Eseguiti con pietrame scevro da materie terrose e sabbiose; potrà essere impiegato pietrame e per i vespai anche i ciottoli provenienti dagli scavi.

Assolutamente vietato eseguire il drenaggio con pale meccaniche, posizionamento a mano in modo da formare il drenaggio a strati regolari, ed evitare spinte dello stesso contro le murature e cui viene addossato.

Nell'evenienza che lo scavo incida nella falda acquifera, si dovrà, preliminarmente, provvedere al drenaggio di tali acque.

A tal fine al di sotto della livelletta di fondazione cunicolo di almeno 60 cm. di larghezza e della profondità di circa 50 cm. che verrà successivamente riempito con pietrisco e sabbia di adatta granulometria.

Sull'asse di tale cunicolo tubazione di diam. 150 mm., o maggiore posata a giunti aperti, la quale, ad intervalli, che saranno suggeriti dalla portata dei drenaggi stessi, verrà fatta sfociare nelle canalizzazioni della fognatura.

La fondazione degli spechi troverà appoggio sul drenaggio suddetto e perciò l'Impresa dovrà curare il perfetto costipamento degli elementi lapidei ad evitare successivi assestamenti e rotture.

2.10 Tubazioni in polietilene interrate per reti elettriche

A base di polietilene ad alta densità per elevata resistenza chimica alle sostanze acide e basiche, idrocarburi, detersivi, infiammabili ed acqua.

Colori: rosso per condutture elettriche, verde per condutture telefoniche, blu per condutture di fibre ottiche e telecomunicazioni, giallo per condutture elettriche in luoghi con pericolo di corti accidentali.

Interno liscio, esterno corrugato.

Pozzetti di ispezione in corrispondenza di curve e derivazioni.

Rivestimento tubazioni con massetto in cemento.

2.11 Tubazioni in PVC per reti elettriche

Percorsi paralleli agli assi delle strutture (evitare percorsi diagonali ed accavallamenti).

Curve a largo raggio. Curve stampate e derivazioni a T ammesse solo in casi molto particolari previo accordo con la D.L.

Agevole sfilabilità dei conduttori.

Nei tratti in vista fissaggio dei tubi con appositi sostegni in materiale plastico o metallico tramite tasselli ad espansione o chiodi a sparo con una interdistanza massima di 100 cm.

Accorgimenti particolari come tubi flessibili o doppi manicotti in corrispondenza dei giunti di dilatazione delle costruzioni.

Divieto di transitare con tubazioni al di sotto di tubazioni contenenti acqua e vicino a condutture di fluidi ad elevata temperatura o di distribuzione del gas e di ammararsi a tubazioni, canali o comunque altre installazioni impiantistiche meccaniche.

Tubi previsti vuoti infilati con fili pilota in materiale non soggetto a ruggine.

Nei tratti orizzontali di una certa lunghezza tubi posati con una lieve pendenza onde consentire l'eventuale scarico di condensa.

SEZIONE 10: ALLESTIMENTI PER LA SECURITY

SOMMAIRE / INDICE

1	RECINZIONE ESTERNA PESANTE	3
1.1	Tipologico.....	3
1.2	Rete elettrosaldata	3
1.2.1	Pali di sostegno	3
1.2.2	Accessori	4
1.3	Barriere “new jersey” in conglomerato cementizio	4
1.4	Concertina militare	4
2	RECINZIONE ESTERNA LEGGERA.....	5
2.1	Rete paramassi in fune metallica	5
3	SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA E CONTROL ROOM.....	5
3.1	Definizioni	5
3.2	Particolarità impianto di videosorveglianza	6
3.3	Normativa di riferimento.....	7
3.4	Caratteristiche impianto	7
3.4.1	Telecamere fisse	7
3.4.2	Codificatori di trasmissione video.....	8
3.4.3	Cavo fibra Poe	9
3.5	Norme generali di installazione	9

1 Recinzione esterna pesante

1.1 Tipologico

La recinzione di protezione esterna, di altezza 3 metri, sarà del tipo antisfondamento per veicoli: una rete a maglia 25x76 sarà fissata a mezzo di piastra con bulloni a montanti verticali, ad interasse di 2 m, che poggeranno su new-jersey in c.a.

1.2 Rete elettrosaldata

La recinzione suddetta è costituita dai seguenti elementi:

- una rete elettrosaldata, a maglie differenziate, delle dimensioni dall'alto verso il basso così ripartite: mm. 25 di punte, n. 1 maglia alta mm. 50, n. 5 maglie alte mm. 100, n. 4 maglie alte mm. 75, n. 6 maglie alte mm. 50, mm. 25 di punte, orizzontalmente il passo è costante di mm. 50. La disposizione delle maglie, nel senso verticale, può essere personalizzato differenziandole in modo diverso da quello normalmente prodotto a carattere commerciale.

L'altezza complessiva della rete sarà m 1,20.

La rete sarà costruita con filo a zincatura eutettica di diametro mm 2,50.

Tolleranze dei fili secondo le norme UNI 468

- filo di tensione a zincatura eutettica, di diametro mm 3,00 previsto in ragione di n. 3 ordini orizzontali da porre alla sommità, al centro ed alla base della rete
- filo per legature a zincatura eutettica, di diametro mm 2,00
- pali di sostegno a traliccio a zincatura eutettica, formati da 4 correnti verticali in ferro tondo di diametro mm 7,00 collegati tra loro mediante tondini di ferro di diametro mm 5,50 sagomati a zig-zag saldati su ogni faccia del palo.

1.2.1 Pali di sostegno

I pali di sostegno sono previsti nelle seguenti tipologie:

- *intermedi*, da porre ad interasse di m 3,00, in tondo di acciaio AQ 42, composti mediante, elettrosaldatura in modo da formare una struttura reticolare a traliccio di forma rastremata tronco piramidale rettangolare con base di cm 10x14 e cm. 10x10 alla sommità e terminanti a cuspidi. Lunghezza totale del palo m. 1,70.
- *controvento* o trazione, previsti da porre ogni 100 m circa di recinzione ed in corrispondenza di piccole deviazioni. Essi sono uguali ai pali intermedi ma con una saetta di controvento e con tre tubetti necessari per l'alloggiamento dei tenditori ad occhiello occorrenti per il tesaggio dei fili, e di una piastrina per il fissaggio della saetta.
- *caposaldo* o d'angolo, sono uguali ai pali intermedi, e saranno ubicati in corrispondenza delle deviazioni della recinzione con angolazione superiore a 90' e sono muniti di due saette.
- saette, per i pali di controvento e caposaldo, con protezione anticorrosiva come i pali di sostegno, a traliccio di forma triangolare con lato costante di cm 10, terminanti con una piastrina per il fissaggio al palo.

I tre correnti verticali sono in ferro tondo di diametro mm. 7,00, collegati fra loro da tralicciature in ferro tondo di diametro mm. 5,00 sagomate a zig-zag, lunghezza complessiva della saetta m. 1,70, il fissaggio al palo principale avviene con bullone e dado zincati.

1.2.2 Accessori

Si adopereranno:

- bulloni zincati TE 8 MA x 25, necessari per il fissaggio delle saette
- tenditori ad occhiello di diametro mm 8,00 lunghi cm 16 completi di dado
- targhette in alluminio anodizzato, delle dimensioni di cm 9x19, spessore 5/10, con la scritta "DIVIETO D'ACCESSO", previste in ragione di una ogni 100 m di recinzione.

1.3 Barriere “new jersey” in conglomerato cementizio

Esse saranno realizzate in conglomerato cementizio, anche debolmente armato, di adeguata composizione e resistenza o in elementi prefabbricati, ovvero con il metodo della estrusione gettati in opera.

Per quanto riguarda il profilo delle barriere “new jersey” dovrà essere rispettata la sezione tipo prevista dal progetto e, in particolare, i segmenti rettilinei del profilo stesso dovranno essere raccordati tra di loro con tratti curvilinei di raggio prefissato.

Saranno fornite e messe in opera dall'Impresa secondo le indicazioni e le caratteristiche tecniche costruttive previste dal progetto esecutivo e previo le disposizioni che impartirà in proposito la Direzione dei Lavori.

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione dei Lavori lo studio preliminare della composizione del conglomerato cementizio e della eventuale armatura, da effettuarsi presso Laboratori Ufficiali, in base alla natura ed alla granulometria dei materiali da impiegare, fornendo adeguata giustificazione della proposta.

Il calcestruzzo, comunque, dovrà presentare un valore della resistenza a compressione (Rck) non inferiore a 30 N/mm².

Sono a carico dell'Impresa tutti gli oneri per ogni rifinitura e per la predisposizione delle zone di approccio alla barriera, salvo la posa in opera delle barriere che sarà pagata con l'apposito prezzo di elenco.

In corrispondenza dei giunti degli elementi prefabbricati, nonché degli alloggiamenti per il fissaggio su opere d'arte, cordoli o simili, dovranno essere eliminate eventuali discontinuità mediante installazione di elementi durevoli, atti a realizzare la continuità della superficie e capaci di resistere alle sollecitazioni dovute al rotolamento degli pneumatici, in caso di fuoriuscita di veicoli, anche pesanti, dalla carreggiata stradale.

1.4 Concertina militare

La concertina militare è costituita da filo spinato militare elicoidale in uso presso le forze NATO. La bobina è strutturata da due fili di diametro 2,5 mm che si sostengono a vicenda creando una molla costituita da 28 spirali che distese misurano una lunghezza di circa 8/10 metri. Sui fili sono posizionate uniformemente lame a rasoio in acciaio con diametro di 0,5 mm.

La Concertina è efficace per la protezione di aree che necessitano un grado superiore di invalicabilità quali caserme e siti militari, strutture di detenzione, aeroporti, campi fotovoltaici e siti industriali che richiedono la creazione di una recinzione di sicurezza.

Per l'installazione è necessario applicare sui pali tondi un accessorio in grado di ospitare il filo spinato a spirale, si tratta del bas-volet a Y.

2 Recinzione esterna leggera

2.1 Rete paramassi in fune metallica

Costituita dai seguenti elementi:

- ritti di testa ed intermedi in travi d'acciaio tipo HEA 120 posti ad interasse di m 3,00, detti ritti saranno ancorati con barre d'acciaio e relativi bulloni posizionati verticalmente su murature esistenti;
- cavi longitudinali d'acciaio AMZ nuovi del \varnothing di mm 16, posti longitudinalmente alla distanza di cm 20 ÷ 30 uno dall'altro, fissati ai ritti con cravatte in profilati a "U" da mm 60 e con sedi di scorrimento passacordine realizzate con detti profili saldati ogni 20 ÷ 30 cm;
- putrelle munite al piede di piastra di base delle dimensioni minime di cm 30 x 30, appositamente rinforzate e fissate tramite barre ad aderenza migliorata con testa filettata del diametro di mm 20 e lunghezza di cm 50 ÷ 80 e cementate con malte speciali antiritiro nei fori predisposti nel muro esistente;
- doppio strato di rete metallica composto da rete metallica zincata con maglie di cm 2,5 x 2,5 e filo di \varnothing minimo mm 0,7 e strato sovrapposto di rete metallica zincata a doppia torsione con maglia di cm 8 x 10 e filo del diametro di mm 2,70, fissate fra di loro e alle funi metalliche a mezzo di legatura con filo di ferro.

La posa in opera prevede la coloritura con due mani d'antiruggine e vernice a scelta della D.L. di tutti i ritti, la tirantatura e morsettatura e di quant'altro occorra per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte. Le campate saranno posizionate seguendo l'ottimale andamento morfologico della zona interessata dai lavori e nel caso fossero superiori a m 15,00 di lunghezza dovranno essere posti dei tiranti di monte ogni 15,00 m. Nel caso detta barriera venga realizzata su terreno mediante la costruzione di plinti delle dimensioni di cm 50 x 50 x 70 con i ritti annegati nei plinti in cls dovrà essere conteggiato a parte il prezzo del calcestruzzo e dell'eventuale ferro d'armatura per la realizzazione dei plinti stessi.

3 Sistema di videosorveglianza e control room

3.1 Definizioni

Per la descrizione delle caratteristiche delle telecamere, vengono utilizzate alcune abbreviazioni di cui riportiamo una descrizione più estesa:

AUTOIRIS La funzione modifica automaticamente il diaframma in funzione della luminosità ambiente. Molto utile per impieghi in esterno dove le variazioni di luce sono considerevoli.

IR (Infra Red) porzione infrarosso dello spettro luminoso. Non visibile all'occhio umano ma visibile al sensore elettronico di una telecamera.

LED IR LED che emettono luce nello spettro luminoso infrarosso.

N&D (NIGHT & DAY): la telecamera è in grado di riprendere anche in ore notturne quindi in condizioni di bassa luminosità. Di giorno fornisce immagini a colori, di notte in bianco e nero. La sensibilità notturna può essere ottenuta in due modi: sensibilità alla luce infrarossa oppure intensificazione della poca luce visibile a disposizione. L'illuminazione della scena di

ripresa migliora sempre le prestazioni notturne, a questo scopo servono i LED IR a bordo delle telecamere sensibili alla luce infrarossa.

ICR (IR Cut Removable): filtro removibile di luce infrarossa. Dispositivo che migliora le prestazioni di telecamere sensibili all'infrarosso. Consente la visione di immagini più nitide e con colori più netti di giorno, immagini bianco e nero più nitide di notte e in condizioni di luce incerta. Funzionamento: di giorno uno schermo che filtra la luce IR è posto davanti al sensore della telecamera. In condizioni di bassa luminosità (basso livello di spettro luminoso visibile), il filtro viene spostato meccanicamente e consente alla telecamera di essere sensibile alla luce infrarossa.

Linee TV: Risoluzione orizzontale, massimo numero di righe verticali in un quadro che possono essere rilevate da una telecamera. parametro importante che definisce il dettaglio dell'immagine fornita dalla telecamera in condizioni ottimali. si ottengono immagini di buona qualità a partire da 380 linee tv. Il massimo utilizzabile con segnale pal è 550-600.

Speed dome: telecamera motorizzata capace di movimenti velocissimi. Può cambiare posizione in tempi brevissimi ed inseguire in ripresa qualunque oggetto/ soggetto.

PTZ (pan tilt Zoom): telecamera motorizzata sui tre assi (orizzontale, verticale, zoom). Più lenta delle telecamere speed dome, si muove con velocità analoghe a quelle di una telecamera componibile montata su brandeggio meccanico. percorso automatico semplice: la telecamera motorizzata si muove automaticamente secondo un percorso programmabile che viene ripetuto ciclicamente. il movimento avviene percorrendo tratti lineari fra punti intermedi pre programmati. percorso automatico avanzato: funzione simile alla precedente, ma il movimento avviene seguendo un percorso pre programmato che può essere di qualunque tipo. si imposta ad esempio registrando un percorso comandato manualmente dalla postazione di controllo.

3.2 Particolarità impianto di videosorveglianza

Sarà cura dell'Appaltatore sottoporre alla D.L. l'elenco dei materiali HW e il relativo SW che intende acquistare. L'Appaltatore potrà procedere all'acquisto del materiale solo dopo il benestare scritto della D.L. che potrà richiedere, senza alcun extracosto, eventuali modifiche e/o implementazioni aggiuntive del sistema.

Note circa le marche delle apparecchiature, le eventuali indicazioni di tipi e marche commerciali dei materiali riportate nelle specifiche tecniche, disegni, e, in generale nei documenti di progetto, sono da intendersi come dichiarazione di caratteristiche tecniche. Sono ammessi altri tipi e marche, rispetto a quanto eventualmente indicato a progetto, purché tecnicamente e funzionalmente equivalenti, su dimostrazione scritta del fornitore. Va precisato essere evidente che se, in sede progettuale, è stato fatto riferimento a determinate tipologie di apparecchi con definite prestazioni operative, funzionali e di resa, ciò è dovuto al fatto che non è possibile progettare, ad equivalenza di prestazioni, su tutto lo spettro delle apparecchiature disponibili in commercio. Pertanto, in relazione alle apparecchiature che si debbono ritenere specialistiche, in quanto, pur assicurando prestazioni equivalenti, differiscono costruttivamente in tutto od in parte da Costruttore a Costruttore, i requisiti riportati nel seguito possono essere sostituiti con requisiti tali da garantire caratteristiche funzionali e prestazioni operative e/o energetiche equivalenti o superiori a quelle riportate in questo contesto e, in modo più dettagliato, descritte nelle specifiche tecniche o, in mancanza di queste, nell'elenco prezzi.

In mancanza di particolari prescrizioni, le apparecchiature ed i materiali debbono essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati. In ogni caso, prima del loro acquisto, devono essere sottoposti all'approvazione della D.L. Malgrado l'accettazione dei materiali e delle apparecchiature da parte della D.L., l'Impresa resta totalmente responsabile della buona riuscita delle opere, oggetto dell'Appalto, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

3.3 Normativa di riferimento

L'apparecchiatura in oggetto dovrà essere progettata, costruita e collaudata in conformità alle Norme e Raccomandazioni tecniche (Europee armonizzate CEI EN, Nazionali CEI e internazionali IEC) vigenti in vigore all'atto dell'assegnazione dell'Appalto.

Inoltre dovrà essere conforme anche alle attuali regolamentazioni previste dalla Legislazione per la prevenzione degli infortuni. Il Costruttore dovrà dichiarare d'aver eseguito presso laboratori ufficiali le relative prove di omologazione su apparecchiatura campione. Il Costruttore deve produrre, unitamente all'offerta, la Certificazione attestante che il prodotto Sistema di Qualità è conforme alla Norma UNI EN 29001 – ISO 9001 – ISO 14000.

3.4 Caratteristiche impianto

3.4.1 Telecamere fisse

In appalto sono comprese staffe in acciaio inox complete di supporto per telecamere orientabile al fine di ottimizzare il campo visivo. Considerando che le Telecamere sono molto sensibili alle vibrazioni, l'Appaltatore dovrà garantire che la staffa prevista risponderà alle esigenze della telecamera sopra installata. Inoltre dovrà essere possibile l'orientamento della telecamera in tutte le direzioni.

Indicativamente tali staffe saranno di lunghezza di circa 1 metro, controventate e comunque in accordo allo studio di posizionamento delle telecamere stesse. L'Appaltatore dovrà presentare alla D.L., prima dell'installazione delle telecamere, lo studio relativo al posizionamento delle telecamere in accordo alla tipologia di apparecchio fornita e la loro copertura completa della carreggiata.

Telecamera IP Megapixel MJPEG/H264 Night&Day con filtro removibile, sensore CCD 1/3" o 1/2, da 2 Megapixel, risoluzione max 1920x1080, Risoluzione orizzontale 900 TVL, illuminazione minima 0.05 lux a F1.2, SNR>50 dB, controllo automatico del guadagno, compensazione del controllo luce, attacco obiettivo C/CS, auto iris DC driver, sincronizzazione interna, uscita RJ45 compressione MJPEG/H.264 selezionabile, banda passante fino a 6 Mbps, risoluzioni da QQVGA a Full HD, e frame rate fino a 30 fps, 30 fps a 1280x720, 1 ingresso pulito, 1 uscita relè, 1 ingresso audio, 1 uscita audio, temperatura di utilizzo da -10°C a +45°C, umidità 95%, peso 505g, consumo 7W, alimentazione 12 VDC/POE.

Completa di ottica.

Alloggiata in custodia per esterno in estruso di alluminio anticorrosione con tettuccio parasole incorporato e resistenze di riscaldamento termostate a 220V 40W (on22°C toll.3°C). La custodia dovrà essere adatta all'impiego con telecamere dotate di obiettivo zoom/varifocal e megapixel.

All'interno della custodia sarà alloggiato quale accessorio disponibile per la custodia stessa, apposito alimentatore 230Vac/12Vdc o 230Vac/24Vac per l'alimentazione della telecamera se in bassa tensione. L'installazione dovrà essere possibile diretta a parete o su palo in condizioni in esterno. La custodia dovrà avere la protezione facilmente removibile per le

operazioni di installazione, cablaggio e manutenzione: dovrà inoltre esserci lo spazio disponibile per l'installazione di trasmettitori su doppino o convertitori in fibra. La custodia dovrà possedere la certificazione CE con gli accessori (alimentatori e/o trasformatori. Il grado di protezione dovrà essere IP66 con pressacavi (1xM12, 1xM16, 1xM20). Le dimensioni interne disponibili non dovranno essere inferiori a 90 x 85 x 260mm. La custodia dovrà essere color alluminio. La staffa da parete utilizzata dovrà essere del tipo con passaggio cavi interno di lunghezza non inferiore a 180mm. La telecamera dovrà essere equipaggiata con ottica asferica specifica per telecamere Megapixel passo C, varifocale (6,5-52mm) con iris automatico (DC driver) e apertura focale F 1.8. Day/night IR-correct.

3.4.2 Codificatori di trasmissione video

I segnali verranno analizzati dai codec analizzatori installati nelle cabine nel quadro riservato alla videosorveglianza e saranno trasmessi al supervisore centralizzato tramite un collegamento standard TCP/IP. Sistema di codifica, traffic detection e archiviazione per 4 telecamere analogiche o 4 IP Megapixel o in configurazione ibrida analogiche/IP megapixel (4/0, 1/3, 2/2, 3/1, 0/4) Il codec dovrà essere in grado di svolgere le seguenti operazioni:

- acquisizione di 4 segnali video analogici PAL o NTSC, in risoluzione 4CIF (704 x 576) a 25 frame al secondo per ciascun ingresso video
- acquisizione di 4 flussi video generati da telecamere IP MegaPixel con compressione H264, MPEG4, MJPEG per risoluzioni fino a max 2048x1536 (3.1 Megapixel)
- streaming video (4 per telecamera) in risoluzione, frame rate, livello di compressione impostabili liberamente e singolarmente per telecamera. Gli streaming generati saranno ONVIF compliance
- analisi video per il traffic detection con l'individuazione delle seguenti tipologie di allarme con entrambe le tipologie (analogiche /IP Megapixel) di telecamere: veicolo fermo, veicolo contromano, traffico rallentato/coda, presenza pedone, carico disperso, presenza fumo, carico disperso. Con l'impiego di telecamere megapixel dovrà essere possibile individuare e riconoscere i trasporti ADR dal cartello di merce pericolosa posteriore o anteriore. Il log degli eventi dovrà essere salvato anche in locale su HD allo stato solido.
- invio allarmi a centro a SCADA / PLC / Sistemi di supervisione e gestione dei flussi video secondo i seguenti protocolli:

ModBus/IP, ModBus/RTU (secondo quanto richiesto dalle Linee Guida per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali secondo la normativa vigente, pubblicata dall'ANAS nel dicembre 2009) OPC (Alarms and Events Specifications v.1.10 del 10/2/2002) BACnet/IP XML ONVIF (Core Specification v.1.01 Luglio 2009)

- registrazione delle immagini delle telecamere analogiche o IP megapixel ad esso asservito, secondo: risoluzioni, frame rate, algoritmi e livelli di compressione impostabili singolarmente per telecamera
- gestione telemetria per funzioni PTZ delle speedome con protocolli Siemens / Pelco P / Pelco D per le telecamere analogiche, e secondo quanto definito dallo standard ONVIF per le telecamere IP Megapixel. In entrambi i casi, la telemetria dovrà essere

messa a disposizione dei client remoti secondo quanto definito dallo standard ONVIF (Core Specification v.1.01 Luglio 2009).

Il codec dovrà permettere la registrazione delle immagini in locale su hard disk separato da quello del sistema operativo. La capacità di archiviazione, ovvero la dimensione del disco rigido, ovvero delle batterie di dischi sarà valutata in funzione delle specifiche esigenze del cliente a livello di: numero di giorni di archiviazione, frame rate, risoluzione e compressione impiegata. Analogamente la capacità di fault tolerance richiesta e ammessa dalle specifiche del cliente definirà quale livello di ridondanza sarà necessaria e di conseguenza il tipo di HW necessario a livello di controller RAID (0e1 integrati, 5e6 opzionali), e di numero e capacità di harddisk. Il software dovrà permettere comunque di impostare, per singola telecamera sia essa analogica che IP Megapixel, il numero di giorni massimo di archiviazione, il frame rate, la risoluzione, il livello e algoritmo di compressione. Relativamente alle sole telecamere IP Megapixel sarà possibile impostare quale dei flussi inviati dalla telecamera registrare. I filmati contenenti allarmi (traffico, fumo) saranno mantenuti in archivio senza limiti di tempo.

3.4.3 Cavo fibra Poe

Cavo in fibra ottica, con guaina L.S.O.H., tipo “Mini-breakout” per posa in ambiente interno/esterno, contenente fino a 48 fibre ottiche multimodali da 62,5/125 µm.

Struttura del cavo con elemento di rinforzo in filati aramidici, fibre ottiche con rivestimento tipo tight fino al diametro di 900 µm.

Nella configurazione massima, diametro non superiore a 17 mm, peso inferiore a 175 Kg/km, resistenza alla trazione/tensione superiore ai 2600 Newton e resistenza all’impatto superiore ai 2000 Newton, limite del raggio di curvatura durante l’installazione non inferiore ai 150 mm. e range di temperatura d’esercizio da – 20 a + 70° C.

3.5 Norme generali di installazione

È possibile dare alcuni consigli installativi per quanto riguarda le telecamere Night & Day, che in linea di massima sono i seguenti:

- tenere bene in considerazione prima dell’installazione della telecamera le dimensioni della scena da riprendere e le distanze in gioco
- evitare di puntare la telecamera verso sorgenti di luce intensa (es. luce diretta o riflessa da vetri proveniente da sole, lampioni, fari etc.). Per ottenere la migliore messa a fuoco degli obiettivi varifocali, si consiglia di effettuare la regolazione in condizioni di luce scarsa, ad esempio la sera o quando le condizioni di luce consentono l’accensione dei led illuminatori.
- installare la telecamera lontana da fonti di disturbo video. Quando si posizionano i cavi della telecamera in prossimità di conduttori elettrici o di antenne per apparecchi televisivi, si possono manifestare disturbi all’immagine.

Negli impianti tvcc, il collegamento di terra deve essere eseguito in modo adeguato onde evitare passaggi di corrente lungo la calza del cavo coassiale dovuti a differenze di potenziale tra la terra della telecamera collegamento di terra e quella del monitor. Tali correnti creano disturbi sulla visualizzazione delle immagini.

SEZIONE 11: BARRIERE ANTIRUMORE

SOMMAIRE / INDICE

1	QUALITÀ E CERTIFICAZIONE DEI MATERIALI	3
1.1	Specifiche di messa in opera	3
1.2	Prove dei materiali - certificazioni	3
1.2.1	Certificati di qualità	3
1.2.2	Prove dei materiali	4
2	PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO E FORNITURE	4
2.1	Fasi di esecuzione: accettazione dei materiali e messa in opera	4
2.1.1	Accettazione	4
2.1.2	Messa in opera	4
2.2	Collaudo tecnico	4
2.3	Controlli di qualità nelle fasi di messa in opera	5
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	5
3.1	Pannelli in legno	5
3.2	Materiale fonoassorbente	6
3.3	Montanti	7
3.3.1	Montanti metallici	7
3.4	Porte di ispezione e di sicurezza	8
3.5	Accessori	8
3.5.1	Sigillanti e guarnizioni	8
3.5.2	Accessori metallici	9
4	CARATTERISTICHE ACUSTICHE	9
4.1	Specifiche di accettazione	9
4.1.1	Prove di laboratorio in camera riverberante	10
4.1.2	Prova di attenuazione in campo libero su barriera normalizzata	11
4.1.3	Prova di una barriera tipo secondo la norma AFNOR S 31-089	12
4.2	Specifiche di messa in opera	13
5	MANUTENZIONE	13

1 Qualità e certificazione dei materiali

1.1 Specifiche di messa in opera

Nella esecuzione dei lavori, l'Impresa dovrà attenersi alle prescrizioni che di seguito vengono riportate per le principali categorie di lavoro, nonché a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia.

Per tutte le categorie di lavori e quindi anche per quelle relativamente alle quali non si trovino, nelle presenti specifiche tecniche, prescritte speciali norme di esecuzione, l'Impresa dovrà attenersi ai migliori procedimenti prescritti dalla tecnica e dalla normativa vigente nonché agli ordini che all'uopo impartirà la Direzione Lavori all'atto esecutivo.

Tutte le forniture ed i lavori in genere, principali ed accessori, previsti o eventuali, dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con materiali e magisteri appropriati e rispondenti alla specie di lavoro che si richiede ed alla loro destinazione.

Per quanto non espressamente citato in questo capitolato, nonché per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali e le modalità di esecuzione delle opere di tipo civile, complementari alla realizzazione della barriera acustica, si rimanda alle norme ed alle disposizioni delle specifiche sezioni del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

1.2 Prove dei materiali - certificazioni

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

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 dei Lavori. Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute e 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.

1.2.1 Certificati di qualità

Per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di prescritti dal presente atto, l'Impresa, prima dell'impiego, dovrà esibire al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i certificati rilasciati da un laboratorio ufficiale richiesti dal presente capitolato o che verranno eventualmente richiesti dal Direttore stesso. Tali certificati dovranno contenere i dati relativi alla provenienza ed alla individuazione dei singoli materiali o la loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o fornitura in rapporto ai dosaggi e composizioni proposte. Tali certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

1.2.2 Prove dei materiali

In relazione a quanto prescritto circa le qualità e caratteristiche dei materiali, e la loro accettazione, l'Impresa fornitrice sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, attraverso il prelevamento e l'invio dei campioni ai laboratori ufficiali indicati dalla Stazione Appaltante, nonché a tutte le relative prove.

I dati delle prove o i campioni saranno 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.

Di detti dati o campioni potrà essere ordinata la conservazione nell'Ufficio Compartimentale, previa apposizione di sigillo e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

2 Prescrizioni generali di esecuzione delle principali categorie di lavoro e forniture

Gli interventi di realizzazione di protezioni antifoniche devono essere realizzati sulla base del progetto acustico e delle relative prescrizioni di Capitolato, sotto il controllo del Direttore dei Lavori, il quale dovrà assicurare che sia sottoposta ad approvazione ogni eventuale modifica del progetto approvato.

Al Direttore dei Lavori ed al Costruttore, ciascuno per la sua parte, spetta la responsabilità della conformità dell'opera al progetto e della qualità dei materiali impiegati.

Al fine di garantire la qualità degli interventi, le forniture, le opere ed i servizi di risanamento e/o modifica sono oggetto delle prescrizioni previste nel D.L. 24 luglio 1992, n. 358 e nel D.P.R. 18 aprile 1994, n. 573.

2.1 Fasi di esecuzione: accettazione dei materiali e messa in opera

2.1.1 Accettazione

La fase di accettazione fornisce la certificazione preventiva dei materiali e si compone di:

1. prove per certificare i materiali dal punto di vista fisico-chimico e meccanico
2. prove per certificare i materiali dal punto di vista acustico, costituite da tre prove:
 - (a) prova di laboratorio in camera riverberante;
 - (b) prova su barriera campione in campo aperto ed in condizioni normalizzate;
 - (c) prova con metodo impulsivo.

2.1.2 Messa in opera

I controlli e le prove eseguite nella fase di messa in opera hanno lo scopo di garantire la corretta esecuzione delle opere e la loro rispondenza alle specifiche fissate nel progetto esecutivo.

2.2 Collaudo tecnico

Nell'ambito delle attività di sua competenza, al collaudatore compete l'onere di verificare la rispondenza dell'opera intera e delle sue parti a quanto previsto dal progetto acustico e dalle sue eventuali modifiche.

2.3 Controlli di qualità nelle fasi di messa in opera

Tutti i materiali impiegati debbono essere verificati in accordo a quanto specificato nell'ordine di acquisto e nella specifica tecnica del fornitore il quale dovrà essere qualificato e notificato alla D.L.

Al fornitore deve essere richiesto di effettuare, per ogni lotto di pannelli fornito, delle prove di collaudo secondo quanto specificato nei capitoli relativi alle specifiche di messa in opera, per verificare che lo stesso risponda alle caratteristiche progettuali e alle specifiche tecniche e normative richiamate nel Capitolato di Costruzione e nelle specifiche tecniche allegate all'ordine di acquisto.

L'esito delle verifiche deve essere riportato in una apposita relazione di collaudo, corredata di tutti i certificati di prova richiesti nella normativa e specifiche citate.

Detta relazione deve essere consegnata alla D.L. almeno 15 giorni prima della posa in opera delle protezioni antifoniche, costituendo la stessa fase vincolante per il montaggio delle stesse.

L'esito del controllo sulla relazione di collaudo deve essere annotato sul P.C.Q., così come le eventuali osservazioni della D.L. o le prove aggiuntive richieste dalla stessa.

Tutti i materiali dovranno pervenire in cantiere provvisti di certificazione di provenienza (fornitore).

I controlli da effettuare in fase di posa in opera sono:

- controllo certificazioni di fornitura;
- verifica esistenza prescrizioni progettuali di montaggio idonee a rispettare le prescrizioni del Capitolato di Costruzione e delle specifiche tecniche;
- verifica della corretta installazione in accordo al progetto e alle modalità di posa in opera sopra richiamate, effettuata a spot sui pannelli installati in ogni giorno di lavoro;
- controllo della corretta messa a terra della barriera protettiva: al termine di ogni lotto di barriera protettiva si dovranno effettuare delle prove di messa a terra in accordo alle prescrizioni della norma C.E.I. 9.6.

Tutti i suddetti controlli debbono essere annotati sui relativi P.C.Q.

3 Caratteristiche dei materiali

La certificazione sulle prove di controllo materiali di seguito descritte, da effettuarsi ad opera di un Istituto abilitato (riconosciuto da Ente Pubblico competente), sarà a carico del costruttore/fornitore.

I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti.

3.1 Pannelli in legno

I pannelli in legno normalmente sono costituiti da una struttura scatolare al cui interno è alloggiato un materassino di lana minerale che, in combinazione con una eventuale camera d'aria retrostante agisce da dissipatore acustico.

La struttura è formata da:

- griglia anteriore formata da listelli di legno opportunamente sagomati;
- tamponatura posteriore realizzata con tavole in legno di opportuno spessore;
- materiale fonoassorbente;
- eventuali travi in legno disposte orizzontalmente alle estremità del pannello.

Poiché la barriera è direttamente esposta agli agenti atmosferici, i pannelli devono essere realizzati in legno di buona qualità, accuratamente lavorati e trattati in modo ottimale. Il legno deve resistere al deperimento organico e va trattato con prodotti speciali secondo le norme DIN 68 800 parte 3^a per evitare la formazione di funghi. In particolare il legno sarà sottoposto all'impregnazione di oli minerali ecologici o sali indilavabili preservanti in autoclavi a vuoto e pressione.

In alternativa possono essere utilizzati pannelli costruiti in legno d'Azobè, di Golden Teak od altre essenze appartenenti alla classe di resistenza Prima secondo la normativa DIN 68364, per i quali non è necessario il trattamento in autoclave ma è sufficiente un trattamento con impregnanti ad azione insetticida e fungicida. Tali legni devono avere una certificazione di durabilità non inferiore ai 20 anni rilasciata da un Laboratorio Ufficiale.

Particolare cura va posta nel trattamento degli elementi più prossimi al suolo.

Per la sicurezza della circolazione in caso di incendio, i pannelli (pur essendo ininfiammabili) devono essere resistenti al fuoco; i montanti devono essere ininfiammabili e agire da barriera contro il fuoco, altrimenti sarà necessaria, ogni 100 m, una zona larga almeno 4 m realizzata con elementi ininfiammabili.

I pannelli dovranno essere facilmente smontabili e sostituibili in caso di danneggiamenti; a tal fine, su richiesta del Committente, le dimensioni del singolo pannello devono essere contenute, per permettere il montaggio dello stesso senza l'impiego di mezzi meccanici che possono arrecare disturbo al flusso veicolare. Particolare cura deve essere posta nello studio delle giunzioni, che devono essere progettate in modo da tenere conto di eventuali movimenti di contrazione e rigonfiamento. La bulloneria per l'assemblaggio dei diversi componenti sarà preferibilmente in acciaio inox.

I montanti saranno realizzati in legno massiccio o con profilati metallici secondo le particolari esigenze tecnico architettoniche del sito da proteggere, in accordo con le indicazioni del Committente.

3.2 Materiale fonoassorbente

Il materiale fonoassorbente, inserito all'interno della struttura scatolata legnosa è costituito da complessi porosi. Generalmente si tratta di uno strato di lana minerale conformato in modo tale da assorbire sia per porosità che per risonanza; esso deve avere uno spessore di almeno 6 cm e deve avere una densità maggiore di 80 kg/m³, se trattasi di lana di roccia, o maggiore di 48 kg/m³, se trattasi di lana di vetro.

Deve essere: imputrescibile, inerte agli agenti chimici ed atmosferici, ininfiammabile o autoestinguente. Saranno preferiti sistemi fonoassorbenti con membrana microporosa lato sorgente di rumore per evitare impregnazioni o ritenzioni di liquidi che ne degradino le caratteristiche meccaniche ed acustiche.

Le caratteristiche di fonoassorbimento devono mantenersi elevate nel tempo con curve di decadimento lente: a 5 anni dall'installazione si tollererà una diminuzione del 10% del coefficiente di assorbimento ed a 10 anni del 20%.

Le prove previste per accertare l'idoneità di detto materiale sono le seguenti:

Caratteristica e modalità di prova	Esigenza minima
Diametro medio delle fibrille secondo UNI 6484/69.	Il diametro medio delle fibrille deve essere compreso tra 6 e 9 µm.
Massa volumica apparente secondo UNI	La massa volumica apparente deve essere

6485/69.	maggiore di 85 kg/m ³ oppure di 48 kg/m ³ a seconda che si tratti di lana di roccia o di lana di vetro.
Resistenza al fuoco secondo la FEDERAL STANDARD USA STD 302	Ininfiammabile
Grado di igroscopicità secondo UNI 6543/69 (tempo di prova 1 giorno).	Il grado di igroscopicità non deve essere superiore allo 0,2% in volume.
Resistenza all'acqua secondo il seguente procedimento: si pone un provino del campione in esame di dimensioni 100x100x5 mm completamente immerso in acqua distillata per 24 ore a temperatura ambiente.	Al termine della prova non devono essere avvenuti né sfaldamenti né colorazione rispettivamente del provino e dell'acqua.
Resistenza al calore secondo il seguente procedimento: si pone un provino del campione in esame di dimensioni 100x100x5 mm in una stufa a 150°C per 24 ore poggiando su una delle due facce quadrate (100x100 mm).	Al termine della prova non devono essere avvenute variazioni delle dimensioni originarie del provino superiori a ± 5 mm relativamente ai parametri lunghezza e larghezza. La variazione che si verifica sullo spessore deve essere inferiore a ± 1 mm.
Ancoraggio della lana minerale secondo il seguente procedimento: il pannello, disposto in posizione verticale, verrà sottoposto per 24 ore a vibrazione, anch'essa verticale, a 10 Hz, di ampiezza picco-picco 1 mm.	Al termine della prova, l'ancoraggio deve aver resistito alla sollecitazione applicata.

3.3 Montanti

3.3.1 Montanti metallici

I montanti metallici devono essere realizzati in acciaio con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo Fe 360 B (secondo la Norma UNI EN 10025/92) e zincati a caldo per immersione in accordo alle Norme UNI EN 10142/92, 10143/92, 10147/93, per uno spessore non inferiore a 60 µm, previo ciclo di sabbiatura SA 2½ oppure trattamento di decapaggio chimico. Per assicurare una buona e durevole aderenza del prodotto verniciante alla superficie zincata è richiesto inoltre l'applicazione di uno dei seguenti trattamenti della superficie, subito dopo la zincatura:

- ciclo completo di cataforesi
- ciclo completo di brugalizzazione
- lavaggio e sgrassaggio delle superfici zincate, seguiti da applicazione di uno strato di fondo a base di pittura epossidica al fosfato di Zn (spessore 60 ÷ 80 µm), quindi da uno strato di copertura a base di pittura poliuretanica (spessore 60 ÷ 80 µm).

La successiva verniciatura deve essere effettuata a polveri o a smalto e seguita da polimerizzazione a 140°.

Lo spessore minimo locale della protezione, compreso lo spessore della zincatura, deve essere di almeno 180 µm in modo da realizzare una superficie esente da pori.

Il fornitore deve comunque indicare il sistema del trattamento previsto per protezione anticorrosiva della superficie dei diversi elementi ed allegare le schede tecniche dei prodotti vernicianti e le modalità di applicazione.

Il colore delle protezioni anticorrosive sarà comunicato preventivamente dal Committente. In caso di incendio i materiali impiegati non devono sviluppare gas tossici o fumi opachi. Le prove previste sul montante sono le seguenti:

- verifica della zincatura;
- misura degli spessori degli strati protettivi;
- controllo della rispondenza dei prodotti vernicianti alle caratteristiche dichiarate.

Sui profili costituenti i montanti che non risultino “prodotti qualificati” ai sensi dell'allegato 8 del DM 27/7/85 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche" devono essere effettuate tutte le prove meccaniche e chimiche previste dalle norme UNI in numero atto a fornire un'idonea conoscenza delle proprietà di ogni singolo lotto di fornitura e comunque almeno tre saggi per ogni 20 t di ogni singolo profilo.

Tutti i singoli valori sperimentali dovranno rispettare le prescrizioni di cui ai prospetti 2-I e 2-II del DM citato per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche e, alle tabelle UNI corrispondenti, per quanto riguarda le caratteristiche chimiche.

3.4 Porte di ispezione e di sicurezza

Le porte di ispezione e di sicurezza devono essere poste ad una distanza non superiore a 300 m l'una dall'altra; la distanza è da considerarsi quale valore massimo e pertanto è lasciato al progettista il corretto distanziamento delle vie d'uscita in relazione al contesto ambientale, morfologico, ecc. in cui viene inserita la protezione acustica.

Le porte dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

- larghezza libera: ≥ 85 cm.
- altezza libera: ≥ 190 cm.

Le caratteristiche antifoniche delle porte devono corrispondere a quelle delle pareti. A tal fine le porte devono essere realizzate con un pannello dello stesso tipo di quelli utilizzati per le pareti, montato su opportuno telaio. Particolare attenzione dovrà essere posta nella realizzazione delle giunzioni tra parti fisse e parte mobile, facendo in modo che i coefficienti di assorbimento e di isolamento dell'intera parete non siano pregiudicati.

Le porte devono essere provviste di maniglione di apertura di tipo antipanico, apribile solo dall'interno; dall'esterno l'apertura deve essere possibile solo con apposita chiave in dotazione ai posti di manutenzione.

La segnalazione delle porte deve essere seguita secondo le norme per le uscite di sicurezza.

Le porte devono essere facilmente apribili anche in caso di gelo.

Le porte possono essere sostituite da interruzioni della barriera secondo le indicazioni del progettista.

3.5 Accessori

3.5.1 Sigillanti e guarnizioni

Sigillanti e guarnizioni devono garantire nel tempo l'ermeticità acustica e deve quindi resistere all'invecchiamento da agenti naturali (raggi UV, variazioni di temperatura, ecc.).

Il fornitore dovrà specificare preventivamente le caratteristiche tecniche dei materiali utilizzati per i sigillanti e le guarnizioni specie per quanto riguarda la qualità dell'elemento elastico e la sua resistenza all'invecchiamento. Inoltre detti materiali dovranno rispettare le seguenti prescrizioni della norma DIN 53571:

Caratteristica	Esigenza minima
Allungamento alla rottura a + 20°C	Almeno 380%
Allungamento alla rottura a – 20°C	Almeno 350%
Resistenza alla rottura a + 20°C	Superiore a 10 N/mm ²

Il profilo della guarnizione dovrà essere studiato in modo tale da evitare la fuoriuscita del pannello nel momento di maggiore sollecitazione e contemporaneamente ammortizzare le vibrazioni dello stesso.

Le guarnizioni da utilizzare con i pannelli in policarbonato o in metacrilato e dovranno essere realizzate con materiale compatibile con tali prodotti.

I sigillanti dovranno anch'essi essere compatibili col policarbonato o col metacrilato e non dovranno contenere acido acetico.

La D.L. avrà la facoltà di eseguire le prove che riterrà opportune per la verifica di tali caratteristiche.

3.5.2 Accessori metallici

Tutti gli elementi metallici non precedentemente contemplati (viti, dadi, rivetti, rondelle elastiche, distanziatori, tirafondi, ecc.) devono essere in acciaio inossidabile AISI 306 o AISI 430 o in acciaio zincato a caldo per immersione in accordo alle Norme UNI EN 10142/92, 10143/92, 10147/93, per uno spessore non inferiore a 60 µm (ad eccezione delle piastre di base per le quali vale quanto indicato per i montanti in acciaio zincato).

Nel caso di pannelli in lega leggera possono essere usati elementi metallici sia in acciaio inox che in alluminio.

Per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche, valgono le seguenti prescrizioni:

- **Tirafondi:** il materiale dovrà avere caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo Fe37BkB della Norma UNI 7356/76.
- **Piastre di base:** saranno realizzate con acciaio con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle del tipo Fe 360B secondo la Norma UNI 7070.
- **Bulloni:** dovranno appartenere alla classe di resistenza 8.8 della UNI 3740 associata nel modo indicato nel prospetto 2 – III della CNR-UNI 10011/85.

4 Caratteristiche acustiche

4.1 Specifiche di accettazione

La fase di accettazione consiste nella certificazione preventiva dei materiali e per quanto riguarda le caratteristiche acustiche è distinta in due momenti: il primo riguardante le prove di laboratorio in camera riverberante; il secondo riguardante prove su campioni di barriera in campo aperto ed in condizioni normalizzate.

Le prove sono a carico del costruttore/fornitore che deve certificare l'efficacia acustica del manufatto facendo eseguire presso un Istituto abilitato (riconosciuto da Ente Pubblico competente) una serie di test che rispondano ai requisiti di accettazione fonici. I relativi certificati debbono essere accompagnati da una dichiarazione del Laboratorio che attesti che nell'ambito delle norme e prescrizioni relative siano state rispettate le metodologie standard di esecuzione.

Le prove di laboratorio hanno lo scopo di omologare preventivamente i materiali: la prova in camera riverberante consente di valutare le caratteristiche intrinseche dei materiali, mentre

le prove in campo aperto sono necessarie per valutare l'efficacia delle barriere nel loro complesso.

4.1.1 Prove di laboratorio in camera riverberante

L'indice I di isolamento acustico deve essere superiore o uguale a 30 dB per i pannelli monoassorbenti e a 24 dB per quelli biassorbenti. Il suo valore sarà determinato secondo la norma ISO 140/3–1978 e la ISO 717/1–1982 e successivi aggiornamenti.

Le proprietà fonoassorbenti dei materiali saranno valutate mediante la determinazione del coefficiente di assorbimento acustico α secondo la norma ISO/R354-1985

I pannelli aventi la capacità di assorbire l'energia acustica incidente sono classificati in due categorie, da scegliersi in base alle condizioni di impiego:

- TIPO I: ad elevato potere fonoassorbente;
- TIPO II: a medio potere fonoassorbente.

Essi devono garantire, alle varie frequenze centrali di banda d'ottava, i seguenti valori minimi del coefficiente di assorbimento acustico α , in riferimento alla norma ISO/R 354–1985 e successivi aggiornamenti:

TIPO I: ad elevato potere fonoassorbente:

Frequenza (Hz)	Coefficiente α
125	0.40
250	0.70
500	0.80
1000	0.80
2000	0.80
4000	0.75

TIPO II: a medio potere fonoassorbente:

Frequenza (Hz)	Coefficiente α
125	0.35
250	0.40
500	0.50
1000	0.60
2000	0.55
4000	0.50

La Norma ISO 354–1985 se da una parte prevede che le misure siano effettuate in 1/3 di ottava, dall'altra fornisce, invece, le tabelle di confronto con dati in ottave: è chiaro che per il raffronto bisognerà mediare i tre valori dei tre terzi per ottenere il corrispondente valore in ottava.

Nel caso di elementi biassorbenti i campioni saranno provati separatamente sulle due facce.

4.1.2 Prova di attenuazione in campo libero su barriera normalizzata

Al fine di valutare il comportamento della barriera dal punto di vista acustico dovrà essere eseguita una prova di attenuazione in campo libero in una configurazione standard con sorgente puntiforme, rispettando la metodologia indicata in seguito.

La prova va eseguita in una zona con superficie piana il più possibile riflettente (ad esempio battuto di cemento, asfalto non drenante o simili), privo di ostacoli acustici nel raggio di almeno 50 m dalla barriera, dalle sorgenti e dai punti di misura; su autorizzazione del Committente potrà essere effettuata in un prato piano con erba o vegetazione di altezza non superiore a 5 cm.

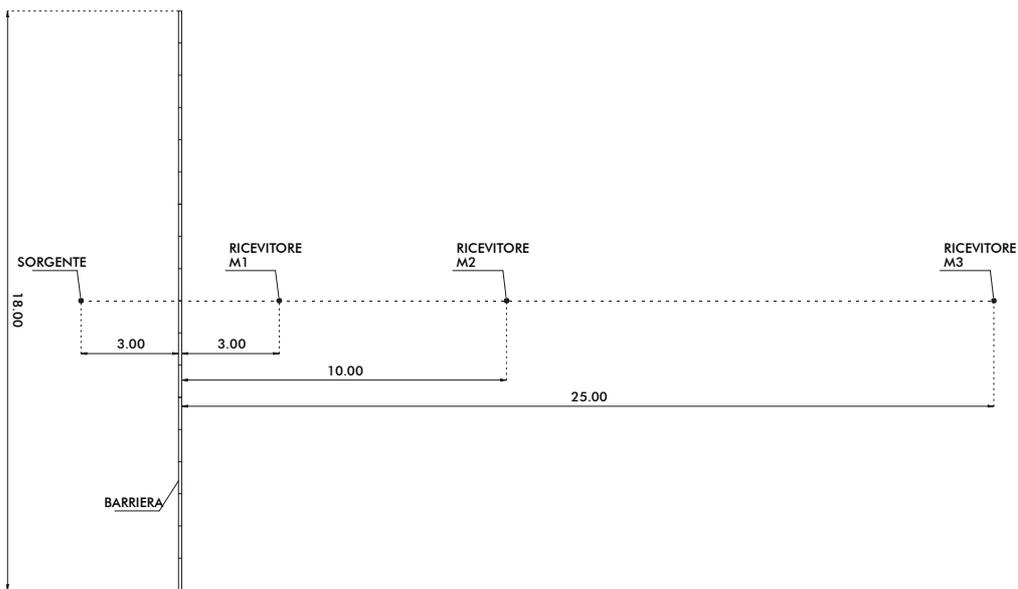
La velocità del vento nella zona di prova deve essere inferiore a $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

La barriera utilizzata per le prove, realizzata con i pannelli inseriti negli appositi montanti ed ogni altro elemento costitutivo disposto come previsto per i normali impieghi, deve avere un'altezza di 3 m ed una lunghezza di 18 m.

I pannelli della fila inferiore devono essere posati su un letto di sabbia o sul terreno vegetale livellato al fine di assicurare la necessaria ermeticità acustica nella zona di appoggio.

Le misure vanno eseguite in corrispondenza del montante centrale utilizzando una sorgente campione di rumore bianco e rosa e un ricevitore posti nelle posizioni indicate in Fig.1.

PLANIMETRIA SCHEMATICA



SEZIONE SCHEMATICA

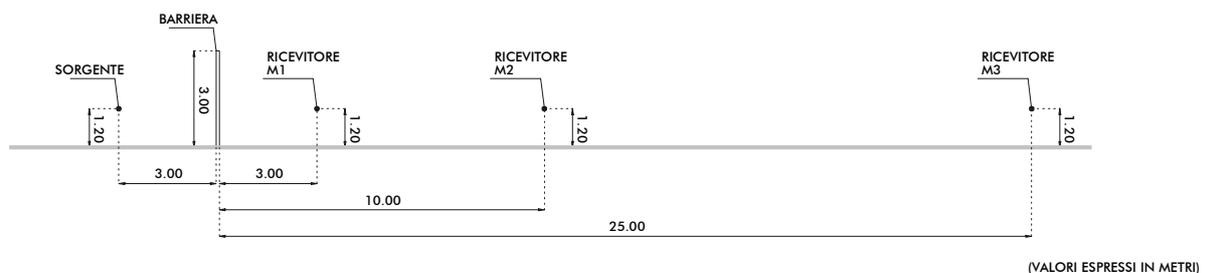


Figura 1: Schema della prova in campo libero

Le misure devono essere condotte in banda d'ottava nel campo 125 ÷ 4000 Hz con un fonometro integratore con tempo di integrazione di almeno 10 s per ogni banda di ottava, ovvero un analizzatore in tempo reale con tempo di integrazione di almeno 30 s.

È inoltre richiesta la misura globale utilizzando il filtro di ponderazione A con tempo di integrazione di almeno 10 s.

La sorgente di rumore sarà costituita da un altoparlante con diametro inferiore o uguale a 15 cm. Le caratteristiche di direzionalità della sorgente sonora dovranno essere misurate in loco e riportate nel certificato di prova.

Le misurazioni effettuate nella prova, sia per quanto riguarda il livello totale che i livelli per le singole bande di frequenza, saranno ritenute valide solo se il livello misurato è superiore di almeno 10 dB al valore del rumore di fondo misurato nello stesso punto.

L'attenuazione sonora in campo libero è calcolata, per ognuna delle bande d'ottava e per il valore globale ponderato A, con la formula:

$$\Delta L = L_{p0} - L_p$$

dove:

L_{p0} = livello di pressione sonora nella posizione di misura in assenza di barriera;

L_p = livello di pressione sonora nella posizione di misura in presenza di barriera.

L'attenuazione della barriera in corrispondenza dei punti di misura dovrà essere di almeno: 22 dB(A) a 3 m, 18 dB(A) a 10 m e di 16 dB (A) a 25 m, sia per il rumore bianco sia per quello rosa. Per tali valori di attenuazione è ammessa una tolleranza massima di 4 dB(A).

Ai fini della misura le letture saranno valide solo se superiori di almeno 10 dB al valore del rumore di fondo misurato in quel punto per ciascuna banda di frequenza. Inoltre, durante le misurazioni, dovrà essere garantita l'assenza di altre fonti di rumore significative che potrebbero incidere sul rumore di fondo stesso.

Nel caso in cui la sorgente sonora sia costituita da più altoparlanti, essi dovranno avere il loro asse alla stessa altezza e il diametro dell'altoparlante maggiore non dovrà essere superiore a 0.15 m. Le curve di direttività degli altoparlanti alle varie frequenze dovranno essere misurate in loco e riportate nel verbale di misura. La sorgente dovrà essere il più possibile omnidirezionale o avere almeno una simmetria rotazionale intorno al proprio asse orizzontale rivolto verso la barriera.

Tutta la strumentazione dovrà rispondere alle caratteristiche previste dalla IEC 804 per i fonometri integratori. I filtri di banda d'ottava dovranno essere in accordo con la IEC 225. Il microfono di misura dovrà avere il diametro non maggiore di ½ pollice ed essere del tipo per campo libero.

Il valore dell'attenuazione sonora dovrà essere presentato in forma tabellare e grafica, rappresentando l'andamento del livello sonoro in funzione della frequenza.

4.1.3 Prova di una barriera tipo secondo la norma AFNOR S 31-089

Questo metodo di prova consente di individuare in campo aperto i coefficienti di fonoisolamento e di valutare il coefficiente di fonoassorbimento della barriera in funzione della frequenza. Consente di valutare sia le caratteristiche dei materiali costituenti lo schermo che la qualità della posa in opera (guarnizioni, giunzioni, montanti).

Permette di determinare le seguenti proprietà fisiche dei pannelli:

- potere fonoisolante (espresso in dB): capacità di un materiale di “opporsi” alla propagazione del rumore attraverso di esso.

Potere fonoisolante (dB) = Livello suono diretto - Livello suono trasmesso

- potere fonoassorbente (espresso in %): capacità di un materiale di “dissipare” l’energia sonora incidente su di esso.

Potere fonoassorbente (%) = $\frac{\text{Energia acustica riflessa}}{\text{Energia acustica incidente}}$

Oltre alla valutazione delle proprietà fonoassorbenti e fonoisolanti degli schermi acustici, questa norma può permettere di identificare l'origine delle principali variazioni delle caratteristiche acustiche dello schermo in prova (fessure ad es.).

Con questa tecnica non è possibile valutare l’attenuazione totale prodotta dalla barriera nei punti disturbati (“insertion loss”), in quanto essa è fortemente influenzata anche dall’altezza, lunghezza e posizione della schermatura.

Si prescrive che la perdita locale di energia acustica per trasmissione, T_{LT} nelle bande di ottava di 1000 e 2000 Hz, deve essere maggiore o uguale a 26 dB con una tolleranza di 5 dB.

4.2 Specifiche di messa in opera

L’opera dovrà essere realizzata utilizzando esclusivamente materiali che abbiano superato il processo di accettazione indicato in precedenza. Tale rispondenza, così come il corretto assemblaggio dei singoli componenti della struttura, sarà verificata durante la fase di messa in opera a cura della Direzione Lavori.

La costruzione della barriera deve risultare acusticamente ermetica, in particolare in corrispondenza dei giunti di dilatazione, delle uscite di sicurezza, dei raccordi di manufatti, ecc.

Questa proprietà deve essere assicurata mediante un corretto montaggio, senza lasciare quindi fessure o giochi fra pannello e pannello, fra pannelli e montanti e fra pannelli ed elementi di supporto di base. L'esecuzione delle opere dovrà rispettare i vincoli indicati sui disegni tipologici allegati.

La verifica acustica di corretta installazione si esegue secondo i criteri descritti nel capitolo 4.1.3 (prova con metodo impulsivo secondo la norma AFNOR S 31-089) sulla barriera dimensionata in fase di progetto.

La perdita locale di energia acustica per trasmissione, T_{LT} rilevata in opera nelle bande d'ottava di 1000 e 2000 Hz deve risultare maggiore o uguale ai valori riscontrati nella prova AFNOR S 31-089 eseguita per la fase di accettazione, detratti di una tolleranza di 5 dB.

Questa prova sarà a carico del fornitore/installatore ed eseguita da un istituto riconosciuto idoneo dalle parti.

Sarà condotta sotto la responsabilità del direttore dei lavori che provvederà a farla eseguire a spot in vari punti con particolare attenzione a quelle zone con pezzi speciali (porte di ispezione, posti telefonici, ecc.).

I risultati di questa prova saranno confrontati con quelli ottenuti nella fase di prequalifica della barriera per rilevare le eventuali contraddizioni e/o situazioni anomale.

5 Manutenzione

Le scelte costruttive devono consentire di minimizzare gli interventi di manutenzione.

È inoltre richiesto di fornire una relazione sulle norme di manutenzione a cui l'opera dovrà essere assoggettata per un periodo di almeno 10 anni. Nel corso del primo anno di esercizio non deve essere necessario alcun lavoro manutenzione se non dovuto a cause accidentali.

Il ciclo di manutenzione previsto, così come l'eventuale sostituzione di pannelli danneggiati da incidenti o atti vandalici, devono poter essere effettuati con mezzi semplici senza pregiudicare la statica della struttura, il traffico stradale e senza causare danni a persone o cose.

Una relazione dovrà esporre in forma chiara e schematica le operazioni di manutenzione previste nonché le operazioni occorrenti per la sostituzione facile e rapida dei pannelli o di altri componenti della barriera.

L'Impresa potrà essere chiamata a fornire materiali di riserva per sostituire elementi danneggiati anche dopo il collaudo dei lavori eseguiti; pertanto l'Impresa stessa si impegna a fornire, per un congruo numero di anni, elementi del tutto uguali a quelli messi in opera.

SEZIONE 12: IMPERMEABILIZZAZIONE

SOMMAIRE / INDICE

1	QUALITÀ E CERTIFICAZIONE DEI MATERIALI	3
1.1	Impermeabilizzazione di manufatti in conglomerato cementizio.....	3
1.1.1	Guaine bituminose.....	3
1.1.2	Membrane elastiche	4

1 Qualità e certificazione dei materiali

1.1 Impermeabilizzazione di manufatti in conglomerato cementizio

Ove i disegni di progetto lo prevedano o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno si provvederà alla impermeabilizzazione dell'estradosso di manufatti in conglomerato cementizio, interrati e non, quali i volti delle gallerie artificiali, ponti e viadotti, sottovia ecc.

Tale impermeabilizzazione verrà effettuata mediante:

- a) guaine bituminose nel caso in cui i manufatti debbano essere interrati.
- b) con membrane elastiche quando il manufatto debba rimanere scoperto.

I materiali da impiegare dovranno possedere le seguenti caratteristiche: 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° 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.

Dovranno prevedersi prove e controlli di qualità e possibili prove di efficienza.

1.1.1 Guaine bituminose

I materiali da usare e le modalità di messa in opera saranno i seguenti:

- pulizia delle superfici: sarà sufficiente una buona pulizia con aria compressa e l'esportazione delle asperità più grosse eventualmente presenti, sigillature e riprese dei calcestruzzi non saranno necessarie; le superfici dovranno avere una stagionatura di almeno 20 giorni ed essere asciutte;
- primer: sarà dello stesso tipo descritto in precedenza e potrà essere dato anche a spruzzo, ad esso seguirà la stesa di circa $0,5 \text{ Kg/m}^2$;

- tipo di guaina: sarà preformata, di spessore complessivo pari a 4 mm, l'armatura dovrà avere peso non inferiore a 250 g/m^2 e resistenza non inferiore a 1000-1200 N/5cm, ed una flessibilità a freddo a $-10 \text{ }^\circ\text{C}$, i giunti tra le guaine dovranno avere sovrapposizioni di almeno 5 cm e dovranno essere accuratamente sigillati con la fiamma e spatola meccanica;
- resistenza a punzonamento della guaina o dell'armatura (modalità A_1 o G_a): non inferiore a 10 Kg;
- resistenza a trazione (modalità G_2L e G_2T): 8 Kg/ cm.

La massima cura dovrà essere seguita nella sistemazione delle parti terminali della guaina in modo da impedire infiltrazioni d'acqua al di sotto del manto; la Direzione dei Lavori potrà richiedere l'uso di maggiori quantità di massa bituminosa da spandere sul primer per una fascia almeno di 1 metro in corrispondenza di questi punti, o altri accorgimenti analoghi per assicurare la tenuta.

Una certa attenzione dovrà essere osservata nella fase di rinterro, evitando di usare a diretto contatto della guaina rocce spigolose di grosse dimensioni.

1.1.2 Membrane elastiche

La posa in opera delle membrane verrà preceduta dalla preparazione delle superfici di calcestruzzo da progettare, consistente in una accurata pulizia con aria compressa delle superfici.

La stuccatura di lesioni o vespai e/o l'asportazione di creste di calcestruzzo sarà decisa di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Dopo aver posizionato a secco le singole membrane, curandone l'esatta sovrapposizione nei punti di giunzione, le stesse verranno riavvolte per procedere all'impregnazione del sottofondo con appositi adesivi. Le superfici da incollare comprenderanno l'intera superficie da coprire o parte di essa (zone delle sovrapposizioni, sommità del manufatto, punti in cui è possibile l'infiltrazione dell'acqua, ecc.) e la scelta verrà di volta in volta effettuata dalla Direzione dei Lavori.

Steso l'adesivo si srotoleranno le membrane esercitando sulle stesse la pressione necessaria per ottenere il collegamento al supporto.

Le giunzioni verranno sigillate mediante processo di vulcanizzazione da ottenersi con aria calda prodotta con appositi cannelli elettrici.

Le zone così saldate dovranno essere poi pressate con rullino. In alcuni casi (posizioni della giunzione critica nei confronti delle infiltrazioni) la Direzione Lavori potrà richiedere la doppia saldatura.

I risvolti finali delle membrane dovranno essere realizzati in modo da non permettere infiltrazioni di acqua; termineranno quindi o in scanalature da sigillare con mastici elastici, oppure verranno ricoperti con profili metallici non ossidabili da inchiodare al supporto.

Le caratteristiche delle membrane dovranno essere le seguenti:

- peso compreso tra 1 e $1,5 \text{ Kg/m}^2$;
- resistenza alla trazione (ASTM - D 412) a temperatura ambiente, 70 Kg/m^2 ;
- resistenza agli agenti ossidanti (ozono), 12 ore in atmosfera pari a 50 mg/m^2 senza formazione di microfessure o altre alterazioni.

SEZIONE 13: CARPENTERIA METALLICA

SOMMAIRE / INDICE

1	NOTE GENERALI.....	2
2	QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI DI PROGETTO	2
2.1	Bulloni, dadi e rosette	3
2.2	Saldature.....	4
2.3	Materiale base.....	4
3	CRITERI E MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE STRUTTURE SALDATE	4
4	PREPARAZIONE, ASSEMBLAGGIO E SALDATURA	5
5	STATI DI FORNITURA	6
5.1	Condizioni della superficie.....	6
5.2	Controllo ultrasonoro	7
5.3	Condizioni di controllo.....	8
5.4	Marcatura	8
5.5	Dimensioni e tolleranze.....	8
6	CRITERI E MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE STRUTTURE.....	8
6.1	Collaudo tecnologico dei materiali.....	9
6.2	Controlli in corso di lavorazione	10
6.3	Controlli di montaggio	11
6.4	Controlli sui collegamenti bullonati	11
6.5	Controlli sulle saldature.....	12
7	ZINCATURA DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO	15
8	TRATTAMENTO DELLE CARPENTERIE METALLICHE CON VERNICI INTUMESCENTI	16
9	VERNICIATURE DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO	16
9.1	Accettazione dei prodotti vernicianti - garanzie	16
9.2	Preparazione delle superfici	17
9.3	Ispezioni e collaudi delle superfici pitturate	18
9.4	Riparazione e verniciature in cantiere	18

1 Note generali

Per quanto riguarda lo stato di fornitura del materiale, le tolleranze esecutive, le modalità di montaggio, le prove di qualificazione ed i controlli in officina ed in cantiere si dovrà tassativamente fare riferimento alla norma UNI EN 1090-2 (classe d'esecuzione EXC3).

Eventuali deroghe adeguatamente motivate, dovranno essere esplicitamente approvate dalla Direzione Lavori. Deroghe non esplicitamente autorizzate, ancorché contenute nel piano di fabbricazione, non saranno accettate.

In caso di conflitto fra UNI EN 1090-2 e le specifiche contenute nel seguito, dovrà essere considerata la condizione più restrittiva.

L'Appaltatore dovrà provvedere affinché sia assicurata la continuità elettrica fra i vari elementi costituenti la struttura e dovrà predisporre, nelle posizioni indicate dalla Direzione dei Lavori, i necessari attacchi e le connessioni alla rete di messa a terra generale della costruzione.

2 Qualità dei materiali e dei componenti di progetto

Tutti gli acciai dovranno essere conformi anche alle UNI EN 10025-1:2005, UNI EN 10025-2:2005, UNI EN 10025-3:2005, UNI EN 10025-4:2005, UNI EN 1090.

Tutto l'acciaio per carpenterie metalliche sarà del tipo **UNI EN 10025-S355 JO**.

Le caratteristiche dell'acciaio dovranno essere certificate con marcatura CE secondo il D.M. 14.01.2008 – Norme tecniche per le costruzioni, UNI EN 10025-4:2005, D.M.14-01-08, EN 10137. E' prescritta certificazione tipo "Z" o similare (Z35 EN 10164), prova CTOD e controllo ultrasonoro secondo UNI EN 10160 classe S2 e classe E3 sui bordi. Completo di saldature che dovranno essere a completa penetrazione di classe I da effettuare in officina e in cantiere, a meno dei casi indicati nelle tavole di progetto, con processo di controllo da parte di Ente di certificazione ufficiale come l'Istituto Italiano della Saldatura o similare. Completo di collegamenti bullonati UNI 3740 EN20898, viti classe 8.8 (UNI 3740-EN20898), dadi classe 6.S e classe 8.G, rosette acciaio C50 (UNI 7845-EN10083), piastrine acciaio C50 (UNI 7845- EN10083), a fori calibrati e coppia di serraggio secondo D.M. 14.01.2008.

Si intende che il prezzo d'appalto comprende e compensa tutti gli oneri e le spese necessarie per realizzare l'opera, e quindi, a titolo indicativo e non esaustivo:

- fornitura e lavorazione di materiale certificato e posa in opera alle quote di progetto, a qualsiasi quota ed in qualsiasi posizione;
- certificazione e marcatura CE di tutti i componenti
- tracciamenti planoaltimetrici, rilievi, assistenza all'esecuzione in cantiere, monitoraggio comportamentale durante la realizzazione delle strutture
- pre-qualifica dei materiali, da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori
- redazione del progetto costruttivo di officina da sottoporre all'approvazione preventiva della Direzione Lavori, con definizione dei tagli e di tutti i particolari costruttivi, compresi i dettagli che richiedono il coordinamento con le opere di finitura e l'impiantistica
- realizzazione e posa preventiva degli ancoraggi delle strutture metalliche alle strutture in c.a. (ad esempio le basi delle colonne metalliche, le piastre di ancoraggio al nucleo e ai setti per le quali è previsto l'abbinamento di carpenterie metalliche ad armature ordinarie B450C), degli ancoraggi degli elementi di finitura (come le facciate) e sistemi produttivi di cantiere (casserature, casseri autorampanti, gru e mezzi di sollevamento in genere, linee di distribuzione e braccio di distribuzione in quota, apprestamenti per la sicurezza, ecc. ecc.);

- le lavorazioni da eseguire in quota in posizione esposta con piattaforme di lavoro e ponteggi e tra battelli e/o similari
- il progetto di officina e di cantiere e i dettagli delle saldature
- il controllo della qualità dei materiali e delle saldature da parte di ente certificatore ufficiale tipo l'Istituto Italiano della Saldatura, le cui spese sono a carico dell'Impresa
- lo studio e la definizione di dettaglio delle fasi di montaggio, con la definizione del piano di montaggio da sottoporre all'approvazione preventiva della Direzione Lavori
- l'esecuzione in officina
- il premontaggio in officina
- il trasporto e la movimentazione, compresi lo stoccaggio, la ripresa ed il sollevamento e la movimentazione in quota
- tutti gli apprestamenti per la sicurezza
- il nolo a caldo di tutti i sistemi di cantiere (anche speciali) atti a consentire il montaggio in quota delle strutture, la movimentazione al piano e in quota, i necessari controlli e collaudi;
- le necessarie opere provvisorie, i puntellamenti in fase di montaggio
- la contromonta delle travature
- le saldature, le bullonerie e il piastrame vario
- la molatura delle saldature, con la valenza estetica che sarà richiesta dalla D.L. architettonica
- assistenza a tutti i controlli della D.L. ed ai collaudi
- smantellamento opere provvisorie, compresa pulizia finale

È altresì compreso ogni onere, spesa e magistero di cui al Capitolato Speciale di Appalto e al Piano di sicurezza, così come ogni altro onere e spesa per dare l'opera finita a regola d'arte e collaudabile.

2.1 Bulloni, dadi e rosette

Salvo specificazione contraria, tutti i bulloni saranno ad alta resistenza, con le caratteristiche di cui al prospetto 4-11 delle D.M. del Ministero dei Lavori Pubblici in applicazione della legge 1086/71. Se non specificamente indicato, tutti i bulloni saranno di qualità 8.8 conformemente al Regolamento EN 20898-2, e conterranno con i certificati relativi.

I dadi saranno di qualità 8 conforme alla EN 20898-2, e conterranno con la prova di carico, prova di durezza e di integrità della superficie.

Le rosette saranno fatte di acciaio C 50, conformemente al Regolamento EN 10083-1, e sia i bulloni che le rondelle saranno fornite dallo stesso produttore.

I materiali da impiegare in tali tipi di strutture dovranno rispettare le prescrizioni contenute nelle "norme tecniche" di cui al D.M. 14.01.2008.

Pertanto:

- Collegamenti bullonati secondo UNI 3740 EN20898
- viti classe 8.8 (UNI 3740-EN20898)
- dadi classe 6.S e classe 8.G
- rosette acciaio C50 (UNI 7845- EN10083)
- piastrine acciaio C50 (UNI 7845- EN10083)
- Coppie di serraggio secondo D.M. 14.01.2008
- I bulloni devono essere montati con una rosetta sotto la testa della vite e una rosetta sotto il dado.
- I bulloni dovranno essere contrassegnati con le indicazioni del produttore e la classe di resistenza.
- I bulloni disposti verticalmente avranno la testa della vite rivolta verso l'alto e il dado verso il basso.

- Fori calibrati secondo D.M. 14.01.2008
- Chiusura dadi con chiave dinamometrica secondo coppie di serraggio D.M. 14.01.2008 e UNI CNR 10011 e prescritte prove di serraggio nella misura minima del 30% del totale dei bulloni.

2.2 Saldature

Collegamenti saldati secondo D.M. 14.01.2008, EC3 e specifiche di ente verificatore e certificatore come l'Istituto Italiano della Saldatura o similare.

- a) Saldatura con elettrodi rivestiti secondo UNI 5132 - UNI 7243 corrispondenti ai tipi E44 per acciai S235 ed S275 ed E52 per acciai S355, con classe di qualità 3 e 4 e rivestimento di tipo basico. Il processo di saldatura dovrà essere sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori, in particolar modo per l'S460.
- b) Saldatura a filo continuo sotto flusso (S.A.W.) o in atmosfera protettiva (M.A.G. - F.C.A.W.) con materiali di apporto (o accoppiamento filo flusso) omologati.
- c) Il procedimento od i procedimenti adottati saranno omologati da un Ente Ufficiale presso lo stabilimento di costruzione per la gamma di spessori e per il tipo di giunti previsti in progetto.
- d) Le saldature manuali o semiautomatiche saranno eseguite da saldatori qualificati in relazione al procedimento impiegato ed alla posizione dei giunti da eseguire in armonia alle norme UNI.

2.3 Materiale base

I materiali da impiegare per la realizzazione delle strutture dovranno rispettare le prescrizioni contenute nelle "norme tecniche" di cui al D.M. 14.01.2008.

In particolare, per la scelta delle caratteristiche di tenacità del materiale base in relazione alla temperatura minima di servizio, alle sollecitazioni, allo spessore, si rimanda al punto 4.2.4.1.5 del succitato D.M. ed alla tabella 2.1 della UNI ENV 1993-1-10. Per le resilienze sulle lamiere di spessore superiore o uguale a 50mm le provette dovranno essere ricavate anche a una profondità pari a metà dello spessore. Per spessori superiori a quelli presi in considerazione dalla tabella 2.1 della UNI ENV 1993-1-10, o comunque in casi giudicati critici, la scelta dei materiali base dovrà essere supportata da prove CTOD condotte secondo BS 7910 ed 2005. Al fine di contenere il numero di prove, i campioni potranno essere prelevati da lamiere o profili della stessa qualità, prodotti dalla stessa acciaieria, con lo stesso metodo di produzione, per i quali si riscontra il valore di resilienza più basso nell'ambito della stessa colata. Il valore di CTOD richiesto alla temperatura minima di servizio è pari a 0,2 mm.

Per tutte le lamiere con spessore maggiore di 20 mm dovranno essere impiegati acciai di tipo "Z35" con relativa certificazione e con controllo ultrasonoro secondo UNI EN 10160 classe S2 e classe E3 sui bordi. Il controllo ultrasonoro dovrà anche essere eseguito in officina nella striscia di materiale base in corrispondenza della realizzazione di giunti a croce a piena o parziale penetrazione.

3 Criteri e modalità di esecuzione delle strutture saldate

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori:

- i disegni costruttivi di officina e di cantiere nei quali dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione e di messa in opera, le tipologie di giunzione saldata da realizzare (con riferimento ad esempio alla UNI EN 22553 ed 1997), le preparazioni dei lembi.
- il quaderno delle saldature: tale documento dovrà contenere tutte le indicazioni relative alle modalità di preparazione, montaggio e saldatura adottate in officina ed in cantiere, le sequenze di saldatura, i procedimenti di saldatura previsti e le relative certificazioni, i certificati di qualifica dei saldatori e degli operatori di saldatura, le prescrizioni per la conservazione ed il condizionamento dei materiali d'apporto, le specifiche di saldatura

(WPS), le modalità di esecuzione dei preriscaldi, le indicazioni sulle regole di buona pratica da seguire (puntatura, uso di talloni di estremità, pulizia, protezione dagli agenti atmosferici...).

- gli schemi di montaggio ed i piani operativi di montaggio.
- Eventuali giunti non previsti a progetto dovranno essere sottoposti alla approvazione del Progettista e della D.L. e riportati sui disegni "as built".
- Il progetto costruttivo di officina e di cantiere sarà esaminato dalla Direzione Lavori e dal Progettista che rilasceranno le approvazioni di propria competenza.
- Sui disegni costruttivi di officina saranno 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'Appaltatore dovrà inoltre far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.
- Onere dell'Appaltatore redigere un apposito "Quaderno delle saldature" da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori. In tale documento dovranno essere indicate le qualità dei materiali, le modalità di esecuzione oltre alle dimensioni dei cordoni e/o la preparazione dei lembi degli elementi da saldare, i nominativi degli esecutori e le relative qualifiche.

4 Preparazione, assemblaggio e saldatura

La preparazione dei lembi da saldare sarà effettuata mediante macchina utensile o ossitaglio automatico seguito da molatura; la superficie dovrà risultare regolare e ben liscia; i lembi al momento della saldatura dovranno essere esenti da incrostazioni, ruggine, vernici, scaglie, grassi, irregolarità locali, umidità e quant'altro possa influenzare negativamente la qualità della saldatura. Per spessori maggiori o uguali a 50 mm, nel caso di giunti testa a testa a piena penetrazione e giunti a T a piena e a parziale penetrazione, i bordi delle lamiere in corrispondenza delle zone che saranno successivamente cianfrinate, dovranno essere controllate con ultrasuoni secondo UNI EN 10160 classe E3. I lembi dopo cianfrinatura saranno invece controllati con magnetoscopia per verificare l'eventuale presenza di difetti che potrebbero influire negativamente sull'esito della saldatura.

Nel caso di difetti non accettabili sulle lamiere o sui cianfrini il Costruttore dovrà sottoporre alla approvazione della D.L. una apposita procedura di riparazione.

Le strutture da saldare dovranno essere assiemate con l'ausilio di puntatura e di elementi provvisori (clampe, squadrette ...). Le puntature dovranno essere realizzate da saldatori certificati; in questo caso, se prive di difetti non accettabili, potranno essere inglobate nei giunti saldati. Diversamente dovranno essere rimosse. Gli elementi ausiliari dovranno essere rimossi tagliando le saldature con molatura o taglio di fiamma avendo cura di lasciare, in quest'ultimo caso, un sovrametallo di circa 3mm da rimuovere mediante molatura. Non è ammesso intervenire a colpi di mazza.

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.

Nel caso di giunti testa a testa a piena penetrazione si dovranno utilizzare talloni di estremità da rimuovere dopo saldatura.

Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione. Possono essere usati i riscaldamenti locali (calde), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti. Nel caso di applicazione di calde il Costruttore dovrà redigere una procedura di esecuzione contenente le attrezzature impiegate, il personale impiegato, le modalità di

applicazione, la temperatura prevista ed i metodi di misura, i criteri di ripetizione dei controlli dopo applicazione. Tale procedura sarà sottoposta ad approvazione della D.L. che si riserva di richiedere l'esecuzione di prove volte a verificare l'eventuale effetto della applicazione delle calde sulle caratteristiche meccaniche del materiale.

Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette. Eventuali danneggiamenti locali dovranno essere raccordati con molatura.

Per le saldature in opera, in particolare, dovranno essere predisposti opportuni ripari per evitare l'influenza degli agenti atmosferici sulla qualità dei giunti saldati.

Non potranno essere eseguite saldature in opera con temperature inferiori a -5°C nelle immediate vicinanze della saldatura. In caso di temperature inferiori dovranno essere predisposti adeguati ripari e riscaldamenti dell'ambiente circostante.

E' vietata l'esecuzione di saldature in posizione verticale discendente.

Il riferimento per l'esecuzione delle saldature in officina ed in cantiere è costituito dalla UNI EN 1011 parti 1 e 2.

Le saldature potranno essere eseguite mediante i seguenti procedimenti:

- manuale ad arco con elettrodi a rivestimento basico;
- procedimento automatico ad arco sommerso;
- procedimento semiautomatico a filo continuo pieno o animato o ad anima metallica, sotto gas protettivo;
- altri procedimenti approvati dalla Direzione Lavori.

I procedimenti di saldatura dovranno essere certificati secondo UNI EN ISO 15614-1, con l'integrazione delle prove di CTOD richieste secondo i criteri indicati per il materiale base. I valori di tenacità richiesti nelle prove di qualifica sono gli stessi del materiale di base.

Il procedimento di piolatura dovrà essere certificato secondo UNI EN 14555.

In ogni caso la Direzione Lavori potrà richiedere l'esecuzione di prove integrative per verificare la corretta applicazione dei procedimenti di saldatura, il funzionamento delle macchine utilizzate, eventuali problemi di accessibilità per l'esecuzione di particolari saldature.

I saldatori impiegati dovranno essere certificati dall'Istituto Italiano della Saldatura secondo la norma UNI EN 287-1 per i procedimenti e le posizioni di lavoro previsti. Gli operatori di macchine automatiche di saldatura dovranno essere certificati secondo UNI EN 1418.

5 Stati di fornitura

I prodotti destinati a costruzioni metalliche sono normalmente forniti in uno stato laminato naturale. Comunque, i prodotti piani e quelli lunghi saranno forniti normalizzati o stabilizzati termicamente o in una condizione equivalente attraverso trattamento in una determinata gamma di temperature durante e dopo la fase di laminazione.

Saranno accompagnati da un certificato conforme all'Eurocodice 3 ed EN 10204 punto 3.2. tipo 2.2 e forniti in modo che risultino, inequivocabilmente, prodotti qualificati ai sensi del capitolo 11 delle norme tecniche del vigente D.M. del Ministero dei LL.PP. emanato in applicazione della L.1086/71.

5.1 Condizioni della superficie

I prodotti avranno una superficie laminata tecnicamente piana. Non avranno difetti dannosi per la posa in opera dei prodotti o per il loro uso finale.

Le superfici devono essere esenti da olio, grasso o pittura che non possano essere eliminati con un trattamento di normale pulitura.

La norma UNI EN 10163 sarà applicata a superfici lisce (Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo) che rispettano il livello di qualità delle superfici e le condizioni di riparazione.

In accordo con tale Regolamento, le piastre mostreranno discontinuità solo del tipo A, i seguenti trattamenti delle superfici possono essere classificati senza ricorrere ad altre prove:

- Superfici pulite con getto di sabbia o di graniglia di acciaio, con eliminazione di parti ossidate senza taglio.
- Superfici pulite con getto di sabbia o di graniglia di acciaio e metallizzate con alluminio proiettato.
- Superfici pulite con getto di sabbia o di graniglia di acciaio e metallizzate con uno strato materiale composto di zinco che assicura a frizione coefficienti non inferiori a 0,5.

Per sezioni e prodotti lunghi, il produttore può eliminare piccoli difetti con molatura le sotto la condizione che gli spessori locali risultanti non differiscano dal valore nominale più del 4 %. L'eliminazione dei difetti molatura e durante la fase di saldatura non è autorizzata.

5.1.1 Condizione di bordatura

Le piastre possono essere fornite o con bordi allo stato grezzo di laminazione o con bordi tagliati. In ogni caso, la condizione dei bordi non dovrà danneggiare la propria posa in opera delle piastre.

5.1.2 Composizione chimica

Le caratteristiche chimiche dell'acciaio, sono specificate nei corrispondenti capitoli del Regolamento EN 10025 . La composizione chimica deve essere attestata dalle principali analisi del getto fornite dal Produttore o dalle principali analisi esposte nei Regolamenti vigenti.

5.1.3 Caratteristiche meccaniche

Saranno conformi al Regolamento EN 10025, secondo le differenti qualità di acciaio specificate.

La campionatura per determinare le caratteristiche meccaniche dell'acciaio sarà ottenute in accordo con la normativa vigente.

Le caratteristiche meccaniche saranno controllate secondo la prova di trazione in accordo con la normativa specifica vigente, su un provino del prodotto siderurgico che serve come base per i manufatti strutturali. Il valore delle caratteristiche determinate durante la prova di tensione che i differenti tipi e qualità di acciaio devono rispettare, nello stato di fornitura, sono indicati nel Regolamento vigente.

Verrà considerata una unità di collaudo in accordo con le prescrizioni del Regolamento, se:

- analisi del getto
- analisi del prodotto
- risultati ottenuti nella prova di trazione

rispettano quanto indicato nelle corrispondenti Tabelle del Regolamento.

Per piatti di spessore superiore a 50 mm, nel caso in cui lavorino in direzione trasversale, dovrà essere determinata la resistenza a trazione perpendicolare alle facce laminate.

5.2 Controllo ultrasonoro

Le lamiere di acciaio di spessore uguale o superiore 6 mm o inferiori a 150 mm dovranno essere sottoposte a controllo con ultrasuoni in accordo col Regolamento UNI EN 10160 (Controllo con ultrasuoni di prodotti piani di acciaio con spessore maggiore o uguale a 6 mm – metodo per riflessione). Quelle qualificati come tipo "A" saranno accettabili conformemente al Regolamento vigente (200 x 200 mm maglia.).

Per le lamiere con spessore > 15 mm e interessate da saldatura, si dovrà eseguire un controllo ultrasonoro con la modalità della classe B ai sensi della norma UNI EN 10160. Detto controllo può essere effettuato anche secondo la UNI 5329.

Se la lamiera è accettabile, ma esiste qualche difetto interno, il contorno del difetto deve essere marcato sulla superficie della lamiera stessa.

5.3 Condizioni di controllo

I profilati laminati a caldo saranno sottoposti a controllo tecnico secondo quanto riportato nel Regolamento EN 10021 (Acciaio e prodotti siderurgici. - Condizioni tecniche di fornitura).

La scelta di saggi, l'unità di collaudo, il numero delle prove e i criteri di accordo e reclamo si conformeranno a quanto specificato nel Regolamento EN 10025.

5.4 Marcatura

Oltre ad una marcatura che assicuri la loro rintracciabilità con il certificato fornito dal produttore, tutti i prodotti devono essere marcati sull'anima o in una zona adeguata del profilato con il nome del produttore, il tipo e la qualità d'acciaio. Lamiere e piastre saranno identificate per mezzo della marcatura del produttore, tipo e grado d'acciaio, dimensioni e numero di colata.

5.5 Dimensioni e tolleranze

Per i profilati dovranno essere rigorosamente rispettate le prescrizioni contenute nelle norme che seguono.

Per profilati tipo HE UNI 5397, per IPE UNI 5398, per UPN UNI 5680, e per gli angolari UNI EN 10056. Nel caso di lamiere dovranno essere rigorosamente rispettate le prescrizioni contenute nella norma UNI EN 10029 ove per quanto riguarda le tolleranze dimensionali sullo spessore dovrà essere adottata la classe "B", mentre per quanto riguarda la planarità dovrà essere adottata la classe "S". Inoltre, i prodotti laminati, per quanto riguarda dimensioni e tolleranze, dovranno conformarsi ai seguenti Regolamenti:

- Lamiere: EN 10029.
- Profilati: EN 10034, EN 10279, EN 10056.

6 Criteri e modalità di esecuzione delle strutture

L'Appaltatore sarà tenuto all'osservanza, in linea generale ma non esclusiva della Legge 5.11.1971 n.1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche" nonché all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art.21 della predetta legge (NTC 2008), e delle norme EC3 ed EC4.

Le opere in carpenteria metallica saranno eseguite con l'impiego di profilati disposti secondo i disegni di progetto.

Gli elementi costituenti le strutture metalliche, dovranno essere sottoposti ad accurato trattamento protettivo.

Per le strutture portanti, prima dell'approvvigionamento dei materiali, l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina e di cantiere, nei quali dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, di messa in opera, adattamento all'esistente e regolazione ed i particolari costruttivi, ed in particolare, ma non esclusivamente:

- I diametri e la disposizione dei bulloni, nonché dei fori relativi sulla scorta dei disegni di progetto;
- Le coppie di serraggio dei bulloni;

- Il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature, e specificatamente: le caratteristiche dei procedimenti e le qualità degli elettrodi;
- Gli schemi di montaggio, i piani operativi di montaggio ed i mezzi d'opera impiegati con verifica di stabilità delle fasi transitorie di montaggio.
- I particolari costruttivi di contrasto, compensazione, ancoraggio alle strutture esistenti e di pretensionamento.
- I sistemi di accoppiamento, centraggio, e unione dei vari conci delle carpenterie metalliche e relative tolleranze costruttive.

Sui disegni costruttivi di officina saranno 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'Appaltatore dovrà inoltre far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

Le saldature potranno essere eseguite mediante procedimenti di saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti o con procedimenti automatici ad arco sommerso o sotto gas protettivo o con altri procedimenti approvati dalla Direzione Lavori.

In ogni caso i procedimenti dovranno essere tali da permettere di ottenere dei giunti di buon aspetto esteriore praticamente esenti da difetti fisici nella zona fusa ed aventi almeno resistenza a trazione, su provette ricavate trasversalmente al giunto, non minore di quella del metallo di base.

La preparazione dei lembi da saldare, anche con preparazione a "cianfrino", sarà effettuata mediante macchina utensile smerigliatrice od ossitaglio automatico, e dovrà risultare regolare e ben liscia; i lembi al momento della saldatura, dovranno essere esenti da incrostazioni, ruggine, vernici, scaglie, grassi, irregolarità locali ed umidità.

Qualunque sia il sistema di saldatura impiegato, a lavorazione ultimata la superficie della saldatura dovrà risultare sufficientemente liscia e regolare e ben raccordata con il materiale di base.

6.1 Collaudo tecnologico dei materiali

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati da parte della Direzione Lavori, a spesa dell'Appaltatore ed alla presenza di un suo rappresentante, prima dell'inizio delle lavorazioni, anche attraverso controlli presso le ditte fornitrici dei materiali. Potranno essere richieste dalla Direzione Lavori prove da svolgersi presso Laboratori Ufficiali indicati dalla D.L. a carico dell'Appaltatore. A tale scopo è fatto obbligo all'Appaltatore 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 indicati dalla Direzione Lavori.

La stessa potrà 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 della Legge 5.11.1971 n.1086, art.20.

Per il tipo di controllo si rimanda a quanto prescritto dal NTC 2008 e dalle norme EC3 ed EC4 e s.m.i. L'entità dei lotti da sottoporre al 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. Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Appaltatore.

Si precisa che tutti gli acciai da impiegare nelle costruzioni, dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, alle prove meccaniche ed alle analisi chimiche e al controllo della resilienza previste dal D.M. 14/01/2008 e dai requisiti aggiuntivi stabiliti dal presente documento.

Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Appaltatore, apposito verbale, che sarà sottoscritto dalla Direzione Lavori e dall'Appaltatore. Di questo verbale verrà consegnata copia

alla Direzione Lavori. Un'altra copia verrà conservata dall'Appaltatore che avrà obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo. L'Appaltatore è tenuto ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio. L'Appaltatore dovrà essere in grado di garantire in ogni momento l'identificazione dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati.

Inoltre dovrà garantire la rintracciabilità del materiale base utilizzato.

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.

6.2 Controlli in corso di lavorazione

L'Appaltatore è tenuto ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina, dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio.

L'Appaltatore 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'Appaltatore dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- Posizioni e marche di officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi);
- Numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- Estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

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'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressioni. 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 ad ossigeno purché regolare. I tagli 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 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-bullone previsto dal NTC 2008 e dalle Norme EC3 e EC4. 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 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, 30 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. E tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;
 - Nelle unioni normali e ad attrito con bulloni, di strutture che, a giudizio della Direzione Lavori, potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8G e 10K.

6.3 Controlli di montaggio

L'Appaltatore sottoporrà all'approvazione della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la responsabilità dell'Appaltatore stesso 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 comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione costruttiva e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata. Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette.

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 precedere 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 da NTC 2008, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con un diametro superiore.

Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. E' ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometria, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per ogni unione con bulloni l'Appaltatore effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro.

Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'Appaltatore dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

6.4 Controlli sui collegamenti bullonati

La Direzione Lavori può richiedere prove sui collegamenti bullonati ai sensi della UNI EN 20898 parte 1° programma B secondo il seguente elenco:

VITI

- Prova di trazione su provetta;
- Prova di trazione su appoggio a cuneo;
- Prova di durezza;
- Prova di tenacità della testa;
- Prova di resilienza;

- Controllo della decarburazione;
- Prova di rinvenimento;
- Controllo dimensionale ed esterno;
- Analisi chimica.

DADI

- Prova di durezza;
- Prova di allargamento;
- Esame dei difetti superficiali;
- Analisi chimica.

Tutti i bulloni dovranno essere accuratamente serrati al 100% del valore tabellare previsto e precedentemente riportati. Si dovrà eseguire un altrettanto accurato controllo e se ne dovrà fornire adeguata certificazione.

Al riguardo si danno le seguenti prescrizioni:

- il serraggio dei bulloni può essere eseguito con chiavi pneumatiche purché dotate di limitatore di coppia;
- il controllo di serraggio deve essere eseguito con chiave dinamometrica o con altro idoneo dispositivo, che garantisca una precisione di $\pm 5\%$. Tale controllo dovrà essere eseguito su almeno il 20% dei bulloni, scelti in accordo con la Direzione Lavori, in modo da interessare tutta l'estensione del giunto in esame. Se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso al 100% del giunto;
- i bulloni che risultassero serrati con coppia maggiore di oltre il 5% rispetto a quella prescritta saranno scartati e sostituiti.

Per il controllo del serraggio si procederà nel modo seguente:

- marcatura di dado, vite e lamiera per identificare la posizione relativa;
- allentamento del dado con una rotazione almeno pari a 60° facendo attenzione che non ruoti la vite nel qual caso occorre tenere ferma la testa della parte opposta;
- serraggio del dado con la coppia prescritta e controllo del ritorno alla posizione originaria.

Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'Appaltatore dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

6.5 Controlli sulle saldature

La saldatura sarà impiegata per l'esecuzione delle nuove strutture, per il rinforzo di elementi strutturali e per il ripristino degli elementi tagliati.

Le giunzioni saldate saranno realizzate in accordo a quanto indicato nel presente documento e nel rispetto delle norme e dei requisiti legislativi vigenti per le strutture di carpenteria (CNR-UNI 10011 e NTC 2008 “).

La saldatura dovrà essere eseguita utilizzando il procedimento manuale ad elettrodo rivestito di tipo basico. Potrà essere impiegato il procedimento semiautomatico a filo continuo sotto protezione di gas solo per parti eventualmente prefabbricate in officina.

I materiali d'apporto dovranno essere forniti in confezioni sigillate e immagazzinati in locali asciutti.

Appena prelevati dalle confezioni gli elettrodi dovranno, in generale, essere mantenuti in fornelli portatili alla temperatura di almeno 70 C° fino al momento dell'uso. In funzione degli spessori in gioco e dell'analisi chimica dei materiali, potrà essere richiesto il trattamento di seguito indicato:

- Essiccamento ad una temperatura di 380/400 C° per 2 ore in forni opportuni;
- Mantenimento in forno ad una temperatura di circa 150 C°;
- Prelievo dai forni di mantenimento e consegna a ciascun saldatore in fornelli portatili riscaldati ad una temperatura di almeno 70 C° ed utilizzo entro 8 ore. Gli elettrodi non utilizzati entro 8 ore saranno sottoposti a nuovo essiccamento. Gli elettrodi potranno subire al massimo 2 condizionamenti.

Per il procedimento ad elettrodo rivestito i materiali d'apporto dovranno essere omologati secondo la norma UNI 5132.

Prima di iniziare qualsiasi operazione di saldatura i lembi e le zone adiacenti dovranno risultare esenti da olio, grasso, vernici, ossidi, calamina e quant'altro possa inficiare la buona riuscita della saldatura.

In funzione degli spessori da saldare e della composizione chimica del materiale base, potrà essere prevista l'applicazione di adeguati preriscaldati. Le temperature da rispettare saranno stabilite in funzione degli spessori, del carbonio equivalente delle lamiere ($CE = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$) e dell'apporto termico specifico.

Prima dell'inizio dei lavori di saldatura, il Costruttore definirà e qualificherà, in accordo alle norme vigenti, una specifica di saldatura per ogni tipo di giunto relativo alle strutture metalliche in oggetto. Le specifiche dovranno essere sottoposte all'approvazione della Direzione Lavori. L'impiego di elettrodi omologati secondo la norma UNI 5132 esime dall'effettuazione delle qualifiche di procedimento.

Tutte le operazioni di saldatura dovranno essere eseguite da personale qualificato secondo le normative nazionali.

Eventuali giunzioni testa a testa su elementi soggetti a trazione saranno da considerare di 1^a classe, secondo la definizione NTC2008 e relative istruzioni. Su elementi compressi saranno di 2^a classe.

Tutte le saldature saranno sottoposte a collaudo in corso d'opera e finale con l'esecuzione dei seguenti controlli non distruttivi:

- 1) Esame visivo su tutte le giunzioni saldate;
- 2) Esame magnetoscopico nella percentuale del 20% sia sui i cordoni d'angolo sia sui giunti testa a testa, il controllo sarà eseguito in accordo alla norma UNI 7704 classe S2;
- 3) Esame radiografico o ultrasonoro nella percentuale del 100% sui giunti testa a testa a piena penetrazione di 1^a classe e nella percentuale del 20 % su quelli di 2^a classe, il controllo radiografico sarà eseguito in accordo alla norma UNI 8956. il controllo ultrasonoro sarà eseguito in accordo alla norma UNI 8387.

Per quanto concerne i criteri di accettabilità dei difetti non saranno ammesse in ogni caso cricche e incollature; inoltre non saranno ammesse incisioni marginali, rilevabili con l'esame visivo, di profondità superiore a 0,5 mm.

Per quanto riguarda il controllo radiografico per i giunti di 1^a classe saranno adottati i criteri del raggruppamento B della norma UNI 7278; per i giunti di 2^a classe sarà eseguito il raggruppamento F della suddetta norma.

Per il controllo ultrasonoro (giunti di 1^a classe) vale quanto segue:

- Mancanza di penetrazione al cuore, inclusione di scoria o di ossido allungate od allineate:

- a) Saranno accettate indicazioni con ampiezza d'eco maggiore di quella di riferimento, purché con lunghezza massima pari a 15 mm e purché la somma delle loro lunghezze in un tratto di 400 mm sia inferiore od uguale a 30 mm;
- b) Saranno accettate indicazioni con ampiezza d'eco compresa tra il 60 ed il 100% dell'ampiezza di riferimento, purché con lunghezza massima pari a 20 mm e purché la somma delle loro lunghezze in un tratto di 400 mm sia inferiore od uguale a 60 mm;
- c) Discontinuità con ampiezza d'eco compresa tra il 20 ed il 60 % dell'ampiezza di riferimento saranno registrate e valutate complessivamente tenendo conto del fatto che nel tratto di 400 mm non dovranno essere di lunghezza complessiva superiore a 100 mm;

N.B: due difetti di lunghezza 11 e 12 o meno saranno considerati come unico difetto;

- Inclusioni di gas (soffiature e tarli): saranno accettate purché l'eco corrispondente non superi l'altezza di riferimento e non si trovino in numero superiore a 4 per i tarli e a 12 per le soffiature nel tratto di riferimento di 400 mm;
- Concentrazione di inclusioni gassose (nidi): saranno accettati nidi di pori con ampiezza d'eco inferiore od uguale all'eco di riferimento.

Non saranno accettati nidi di tarli.

Nel caso di giunti più corti dei tratti indicati come riferimento le lunghezze accettabili dei difetti saranno proporzionalmente ridotte.

Per i giunti di 2^a classe i limiti per i difetti allungati verranno aumentati del 50 %.

I criteri di accettabilità dei difetti sono riferiti alla UNI EN 25817 classe di qualità B per i giunti tesi e C per i giunti compressi o disposti parallelamente alla direzione degli sforzi.

Nel caso di presenza di difetti al di fuori dei criteri di accettabilità stabiliti, le saldature dovranno essere riparate secondo le procedure previste da una specifica di riparazione preparata dal costruttore ed approvata dalla Direzione lavori.

Le riparazioni saranno controllate al 100% con i metodi non distruttivi più adeguati; inoltre i controlli non distruttivi saranno estesi per un metro da ogni parte del tratto che contiene il difetto oppure a due giunti analoghi nel caso di saldature di lunghezza inferiore ad un metro (le estensioni verranno computate nella percentuale inizialmente prevista). Nel caso di ulteriori difetti l'estensione dei controlli passerà al 100% del giunto (o dei giunti analoghi nel caso di giunti corti). In presenza di cricche o incollature l'estensione dei controlli passerà subito al 100%.

Prima dell'inizio dei lavori il costruttore dovrà realizzare un simulacro saldato che rappresenti il giunto di testa dei correnti da eseguire al montaggio ed un simulacro saldato rappresentativo degli incroci tra montanti e correnti. I giunti così realizzati saranno soggetti ad esami distruttivi e non distruttivi.

La supervisione alla costruzione delle strutture saldate ed i controlli non distruttivi dovranno essere eseguiti da un Istituto Ufficiale, designato dalla Direzione lavori/Committenza (Istituto Italiano della Saldatura), ma con ogni onere e spesa a carico dell'Appaltatore, certificato come European Welding Inspector secondo le linee guida dell'EFW (European Welding Federation) e con particolare esperienza nel campo della costruzione e del controllo delle strutture di carpenteria.

Per quanto concerne i controlli in servizio prima del collaudo definitivo, è richiesta all'Appaltatore la verifica della protezione superficiale, l'esame visivo al 100% di tutte le saldature della struttura, e, in caso di dubbi, l'esecuzione dei controlli strumentali previa sverniciatura locale.

Se non diversamente specificato in progetto, tutte le saldature si intendono a piena penetrazione e a completo ripristino di sezione. Inoltre le saldature sono continue e non a tratti.

L'Impresa dovrà rispettare scrupolosamente tutte le prescrizioni di cui al paragrafo relativo delle strutture a fune del presente Capitolato Speciale d'Appalto e quanto stabilito all'interno degli elaborati grafici.

L'Impresa dovrà inoltre attenersi e rispettare, con ogni onere e spesa a proprio carico, le seguenti ulteriori prescrizioni:

- a) prescrizione della D.L. e del collaudatore durante l'esecuzione dell'opera;
- b) b prescrizioni contenute nel piano di montaggio e manutenzione dell'opera.

Si precisa che sono anche richiesti prove di carico in sito, prove e controlli sulle saldature, trattamenti globali o locali di "distensione" in forno. Ciò al fine di "scaricare" le autotensioni prodotte durante la saldatura di membratura di elevato spessore.

I controlli delle membrature e delle saldature prima, durante e dopo la prova di carico saranno effettuati mediante applicazioni di "estensimetri a rosetta", prove ultrasonore e magnetoscopiche.

7 Zincatura delle strutture in acciaio

Le superfici di tutte strutture metalliche esterne ed interne dovranno essere galvanizzate a caldo con ricoprimento minimo 80 μ e certificate conforme alla EN ISO 1461.

Il procedimento di zincatura avverrà seguendo, in linea di massima, le seguenti fasi di trattamento:

- Sgrassatura/Lavaggio
- Le parti verranno pulite e sgrassate mediante bagno in soluzioni alcaline o acide diluite in acqua, con successivo lavaggio in acqua per eliminare residui delle soluzioni o di sgrassaggio.
- Decapaggio
- Il trattamento avverrà mediante bagno a temperatura ambiente in soluzioni di acido cloridrico diluito in opportune concentrazioni dipendenti dal grado di ossidazione dei manufatti.
- Lavaggio
- Il lavaggio avverrà in acqua al fine di eliminare residui di sali ed acidi sulle superfici da zincare.
- Flussaggio
- Successivamente al bagno di lavaggio le parti verranno sottoposte ad un trattamento con soluzioni di zinco e ammonio al fine di creare un film protettivo alle ossidazioni e per favorire la reazione fra zinco fuso e superfici metalliche da trattare.
- Preriscaldamento/Essidamento
- Le parti metalliche verranno essiccate e preriscaldate in forni specifici al fine di renderle asciutte e per diminuire i tempi di immersione nel successivo bagno di zinco.
- Zincatura a caldo

Il bagno di zinco avverrà mediante immersione in vasche contenenti zinco puro al 98.5% alla temperatura di 440-460 °C.

La durata dell'immersione viene prolungata fino al raggiungimento da parte del manufatto metallico della stessa temperatura dello zinco fuso.

Successivamente gli elementi zincati verranno fatti essiccare e puliti dagli ossidi e dai residui di flusso.

Con riferimento alla norma stessa la massa dello strato di zincatura per unità di superficie misurata su 3 provini con le modalità prescritte nella norma UNI 5741, non dovrà essere inferiore ai seguenti valori prescritti nella predetta norma.

Categoria	Massa dello strato di zincatura per unità di superficie	
	Risultato medio di un gruppo di provini	Risultato per ciascun provino singolo
	min. g/m ²	min. g/m ²
a. Struttura di acciaio profilato e struttura composte con parti di acciaio aventi spessore maggiore di 5 mm.	500	450
b. Oggetti fabbricati in lamiera di acciaio avente spessore minore di 1 mm.	350	300
c. Perni, viti, bulloni ed dadi con diametro maggiore di 9 mm.	375	300
d. Oggetti di ghisa, di ghisa malleabile e di acciaio fuso	500	450

Gli elementi che dovessero eventualmente subire tagli, saldature, od altri aggiustaggi in fase di assemblaggio o montaggio, tali da provocare la rimozione o il danneggiamento della zincatura, dovranno essere accuratamente sgrassati, lavati e ritoccati con verniciatura di fondo a base di zincanti epossidici.

8 Trattamento delle carpenterie metalliche con vernici intumescenti

Dove richiesto, le carpenterie metalliche saranno trattate con verniciatura intumescente capace di conferire resistenza variabile da R60 a R120, di tipo pellicolare (sp da 400 a 1000 micron). La vernice dovrà garantire rigonfiamento del proprio spessore pari a circa 100 volte lo spessore iniziale, ad una temperatura pari a 200°C. Il colore sarà bianco e la vernice dovrà poter essere sopra-verniciata con altre vernici ad acqua.

9 Verniciature delle strutture in acciaio

9.1 Accettazione dei prodotti vernicianti - garanzie

I prodotti impiegati per le verniciature dovranno essere di primarie marche. E' in facoltà della Direzione del Progetto e degli organi di controllo della Società rifiutare prodotti di marche che non diano sicuro affidamento di buona qualità.

Ad avvenuta consegna dei lavori, e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione dei Lavori i campioni di tutti i prodotti vernicianti.

Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto.

La Direzione dei Lavori, a sua cura ed a spese dell'Impresa, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso i laboratori di sua fiducia per verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione del Progetto formalizzerà l'autorizzazione all'Impresa all'applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Impresa, 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

9.2 Preparazione delle superfici

a. Sabbiatura

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 sabbiatura a metallo quasi bianco di grado A SA 2 ½ degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structure Painting Council); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra mm 0.025 e mm 0.050. A sabbiatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà provvedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere. Le superfici sabbiate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer, che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 ore dalla sabbiatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine. Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbiatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Impresa.

b. Spazzolatura

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla sabbiatura 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 Structure 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 ore dalla spazzolatura.

Tutte le superfici che devono essere verniciate in accordo alla presente specifica, dovranno essere pulite accuratamente prima dell'applicazione di qualunque strato di vernice. A preparazione ultimata, le superfici da verniciare dovranno essere libere da qualunque sostanza che possa compromettere le attività di pitturazione, causare un deterioramento della vernice o ridurne l'adesione.

Prima dell'inizio della preparazione le superfici saranno controllate al fine di eliminarne tutte le irregolarità (angoli vivi, sbavature di saldatura ecc.).

La preparazione delle superfici dovrà essere effettuata a temperature superiori ai 5°C e con umidità relativa inferiore all'85%.

L'eventuale presenza di tracce di olio o grasso sarà rimossa dalla superficie mediante opportuni metodi come previsto dalla norma SSPC-SP1 ("Solvent Cleaning").

Qualsiasi traccia di ossidazione sarà rimossa dalla superficie da verniciare tramite sabbatura con graniglia metallica fino al raggiungimento del grado di pulizia Sa 2 e ½ secondo le ISO 8501-1.

A sabbatura ultimata, il grado di rugosità delle superfici dovrà essere quello previsto dalle schede dei prodotti impiegati.

9.3 Ispezioni e collaudi delle superfici pitturate

Il Costruttore redigerà, sulla base delle indicazioni riportate nel presente documento, una specifica di pitturazione attestante le modalità di esecuzione dei lavori di verniciatura.

Potranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- Esame visivo della preparazione (grado di pulizia e sabbatura) della superficie;
- Esame del rispetto delle condizioni ambientali richieste dal produttore delle pitture;
- Controllo dello spessore del film secco, tramite opportuni strumenti non distruttivi effettuato a campione su un numero significativo di punti secondo norma UNI EN 2178;
- Controllo a campione dell'adesione dello strato di vernice tramite prova di quadrettatura (secondo la norma UNI EN 2409) o tramite prova di trazione (secondo la norma UNI EN ISO 4624);
- Esame visivo della qualità della finitura (aspetto ed uniformità della superficie verniciata).

Qualora, durante i suddetti controlli, venissero riscontrati difetti di verniciatura o condizioni di preparazione, spessore ecc., non conformi alle presenti specifiche, l'applicatore si farà carico di ripristinare, a proprie spese, il grado di accettabilità richiesto.

Una volta effettuati i controlli di cui sopra, gli Ispettori dell'ente di controllo, redigeranno apposita certificazione comprovante i controlli effettuati e la rispondenza del pezzo analizzato alla presente specifica ed alle normative generali di riferimento.

9.4 Riparazione e verniciature in cantiere

Nei punti ove la superficie sia stata sottoposta a prova di adesione, ad urti, abrasioni o non sia stato proprio applicato il prodotto per consentire eventuali saldature in cantiere, si procederà alla riparazione/completamento come segue:

- eventuale rimozione di tracce di olio o grasso dalla superficie mediante opportuni metodi come previsto dalla norma SSPC-SP1 ("Solvent Cleaning");
- Spazzolatura meccanica, fino al grado St3 (UNI EN ISO 8501-1) delle parti d'acciaio da sottoporre a verniciatura, sino ad eliminazione completa dei residui, ruggine ed impurità in genere anche oleose;
- Depolverizzazione delle superfici ed applicazione dei prodotti previsti secondo le modalità indicate dalle schede dei prodotti e seguendo le indicazioni generali sopra esposte.

SEZIONE 14: OPERE DI CANTIERIZZAZIONE

SOMMAIRE / INDICE

1	OPERE DI CANTIERIZZAZIONE	3
1.1	Conoscenza delle condizioni locali	3
1.2	Verifica del progetto e cantierizzazione	3

1 Opere di cantierizzazione

1.1 Conoscenza delle condizioni locali

L'assunzione dell'appalto implica da parte dell'Impresa la conoscenza perfetta, non solo di tutte le norme generali e particolari che lo regolano, ma altresì di tutte le condizioni locali che si riferiscono alle opere, quali la natura del suolo e del sottosuolo, la presenza di sottoservizi, i parallelismi, le interferenze con condotte ed altri servizi esistenti, nonché eventuali presenze di cavità naturali e/o artificiali ed eventuali reperti archeologici il cui accertamento puntuale dovrà essere effettuato a cura dell'impresa mediante sondaggio e rivelazione geoelettrica o similare della cui effettuazione l'impresa deve dare attestazione scritta unitamente agli altri documenti richiesti per la partecipazione ed ammissione alla gara.

L'assunzione dell'appalto implica da parte dell'Impresa la possibilità di poter utilizzare materiali locali in rapporto ai requisiti richiesti, la distanza da cave di adatto materiale, la presenza o meno di acque, sia da utilizzare per i lavori e le prove, come da allontanare, la distanza di adatti scarichi a rifiuto e di tutte le circostanze generali e speciali che possano influire sul giudizio dell'Impresa circa la convenienza di assumere l'opera e circa l'offerta di ribasso sui prezzi elementari e sul prezzo a corpo complessivo stabiliti dall'Amministrazione. In particolare l'Impresa deve prendere esatta conoscenza delle qualità delle rocce e delle materie in genere da scavare, in relazione alla resistenza e alle difficoltà che presentano all'escavazione, al paleggio, al trasporto, al rinterro, ecc., in modo che essa possa fondatamente prendere le sue decisioni.

1.2 Verifica del progetto e cantierizzazione

Il progetto, ai fini del rilascio da parte degli organi competenti di tutte le concessioni, le licenze, le autorizzazioni e dell'agibilità finali, risponde a tutte le norme di leggi vigenti in materia e pertanto l'Appaltatore assume, in forma completa ed esclusiva, la responsabilità del conseguimento delle suddette approvazioni finali e la consapevolezza di dover realizzare l'opera nella sua interezza e coerentemente agli elaborati progettuali.

Il progetto esecutivo che fa parte integrante del contratto, rende ogni elemento dell'opera identificato o identificabile in forma, tipologia, qualità, dimensioni e prezzo pertanto l'Appaltatore dovrà produrre, a sua cura e spese, tutti gli elaborati, grafici e di calcolo, necessari per la "cantierizzazione" del progetto e per la realizzazione dell'opera nel pieno rispetto delle prescrizioni di legge e delle normative tecniche specialistiche, oltre che delle esigenze funzionali, di sicurezza, estetiche, ecc. del progetto.

I suddetti elaborati grafici, illustrativi, descrittivi e di calcolo costituenti la cantierizzazione del progetto esecutivo di cui sopra, sia degli elementi in esso identificati, sia degli elementi identificabili mediante elaborati integrativi di quelli di contratto prodotti in fase di cantierizzazione, non potranno essere in contrasto, né in variante rispetto al progetto, di contratto al quale dovranno uniformarsi in tutti gli aspetti tecnici e formali;