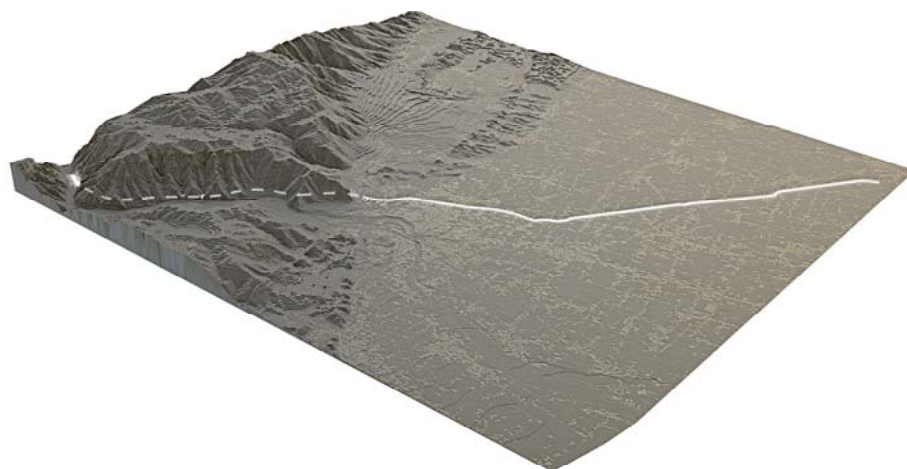




Regione del Veneto

Progettazione, costruzione e gestione Itinerario della Valsugana Valbrenta - Bassano Superstrada a pedaggio



PROPOSTA DI FINANZA DI PROGETTO

ai sensi della L.R.V. n° 15 / 2002 e D.Lgs n° 163 / 2006
avviso BURV n° 71 del 28/08/2009

PROGETTO PRELIMINARE


PROPONENTE: COSTITUENDO CONSORZIO TRA



PROGETTAZIONE:

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
Dott. Ing. Gianfranco ZOLETTO



Sistema di esazione a cura di: 

PROGETTO PRELIMINARE PARTE GENERALE

Capitolato speciale prestazionale

ALL. N.

B.01.00.CP.01

SCALA :

-

DATA :

Dicembre 2009

COMMESSA :

ACSF291C.000\C

| REVISIONE | DATA | DESCRIZIONE | REDATTO | CONTROLLATO | AUTORIZZATO |
|-----------|---------------|-----------------|------------|-------------|---------------|
| 0 | Dicembre 2009 | Prima emissione | M. Maretto | L. Tesser | G. De Stavola |

CAPI TOLATO SPECIALE PRESTAZIONALE

CAPO PRIMO

Qualità e provenienza dei materiali – Modo di esecuzione delle principali categorie di lavoro Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori

| | |
|---|----------|
| Art. 1 - Qualità e provenienza dei materiali | pag. 2 |
| Art. 2 - Prove dei materiali | pag. 11 |
| Art. 3 - Movimenti di terra | pag. 14 |
| Art. 4 - Demolizioni | pag. 43 |
| Art. 5 - Murature | pag. 47 |
| Art. 6 - Acciaio | pag. 53 |
| Art. 7 - Verniciature | pag. 60 |
| Art. 8 - Calcestruzzi | pag. 76 |
| Art. 9 - Diaframmi e palanco lati | pag. 118 |
| Art. 10 - Pali | pag. 132 |
| Art. 11 - Ponti, Viadotti e Sottovia | pag. 164 |
| Art. 12 - Pavimentazioni | pag. 201 |
| Art. 13 - Barriere e Parapetti | pag. 246 |
| Art. 14 - Manufatti in lamiera di acciaio ondulata | pag. 253 |
| Art. 15 - Opere di consolidamento | pag. 259 |
| Art. 16 - Opere di difesa | pag. 288 |
| Art. 17 - Opere in verde | pag. 299 |
| Art. 18 - Muri in Terra rinforzata e rinverditata | pag. 310 |
| Art. 19 - Barriere antifoniche | pag. 315 |
| Art. 20 - Segnaletica orizzontale, verticale e complementare | pag. 348 |
| Art. 21 - Recinzione stradale con rete metallica zincata e pali di sostegno a traliccio zincati | pag. 380 |
| Art. 22 - Recinzione stradale con rete metallica zincata e plasticata e pali di sostegno a traliccio zincati e plasticati | pag. 383 |
| Art. 23 - Tubazioni | pag. 387 |
| Art. 24 - Apparecchiature elettromeccaniche | pag. 403 |
| Art. 24bis - Opere civili impianti | pag. 433 |

CAPO SECONDO

Norme per la misurazione e contabilizzazione dei lavori

| | |
|--|----------|
| Art. 25 - Misurazione dei lavori | pag. 439 |
| Art. 26 - Scavi-Demolizioni-Rilevati | pag. 439 |
| Art. 27 - Pali per fondazione | pag. 441 |
| Art. 28 - Murature in genere e conglomerati cementizi | pag. 441 |
| Art. 29 - Sovrastruttura stradale | pag. 443 |
| Art. 30 - Drenaggi | pag. 443 |
| Art. 31 - Vespai a tergo delle murature, cordonate, rivestimento vegetale, ect. | pag. 443 |
| Art. 32 - Vespai a tergo delle murature | pag. 444 |
| Art. 33 - Cordonata in conglomerato cementizio | pag. 444 |
| Art. 34 - Elementi prefabbricati in conglomerato cementizio | pag. 444 |
| Art. 35 - Sistemazione con terreno coltivo delle aiuole | pag. 445 |
| Art. 36 - Lavori di rivestimento vegetale - opere in verde | pag. 445 |
| Art. 37 - Telo "geotessile" per strato anticontaminante | pag. 445 |
| Art. 38 - Recinzione stradale con rete metallica e tralicci zincati | pag. 446 |
| Art. 39 - Recinzione stradale con rete metallica e tralicci zincati e plastificati | pag. 446 |
| Art. 40 - Barriere di sicurezza in acciaio | pag. 446 |
| Art. 41 - Barriere di sicurezza tipo New jersey | pag. 446 |
| Art. 42 - Barriere antifoniche | pag. 446 |
| Art. 43 - Segnaletica orizzontale, verticale e complementare | pag. 447 |

CAPITOLATO SPECIALE PRESTAZIONALE

CAPO PRIMO

**Qualità e provenienza dei materiali
Modo di esecuzione delle principali categorie di lavoro
Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori**

ART. 1**- QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI -**

INDICE

- 1 Acqua
2. Materiali per rinterri/bonifiche/rilevati
3. Leganti idraulici
- 4 Calci aeree - Pozzolane
- 5 Ghiaie – Ghiaietti – Pietrischi – Pietrischetti – Sabbie per strutture in muratura ed in conglomerati cementizi
- 6 Pietrischi – Pietrischetti – Graniglie – Sabbie – Additivi da impiegare per pavimentazioni
- 7 Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni
- 8 Cubetti di pietra
- 9 Cordoni – Bocchette di scarico – Risvolti – Guide di risvolto – Scivoli per accessi – Guide e masselli per pavimentazione
- 10 Scapoli di pietra da impiegare per fondazioni
- 11 Ciottoli da impiegare per i selciati
- 12 Pietra naturale
- 13 Pietre da taglio
- 14 Tufi
- 15 Materiali laterizi
- 16 Manufatti di cemento
- 17 Materiali ferrosi
- 18 Legnami
- 19 Bitumi – Emulsioni bituminose
- 20 Bitumi liquidi o flussati
- 21 Polveri di roccia asfaltica
- 22 Olii asfaltici

- 23 Materiali per opere in verde
- 24 Gotessili *“tessuti” e “non tessuti”*

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

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

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 16 del Capitolato Generale d'Appalto DM 145/2000.

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

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

L'appaltatore è tenuto a fornire la tracciabilità del materiale sia in ingresso che in uscita (discarica) dal cantiere se questa venisse richiesta dal Committente o dal Direttore 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; 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.

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti qui di seguito fissati.

Per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali, le stesse devono essere rispondenti alle Norme UNI EN 13242-2004 UNI EN 13285-2004 UNI EN ISO 14688-1-2004 relative alle marchiatura CE degli aggregati.

1) 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 emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

2) Materiali per rinterri/bonifiche/rilevati.

Per i materiali alternativi a quelli di cava si intendono materiali provenienti da scavi, recupero di edilizia da costruzione e demolizione e aggregati industriali. La fornitura di questi materiali è soggetta ad autorizzazione da parte della Direzione Lavori, previa fornitura di tutta la documentazione tecnica e le relative autorizzazioni da parte degli enti preposti, a cura e a totale onere dell'Impresa. La fornitura di materiale può iniziare solo ed esclusivamente una volta ottenute le autorizzazioni dagli enti preposti.

L'impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori ubicazione e denominazione del sito di approvvigionamento, tipologia del materiale, quantità disponibili e produttività giornaliera. L'impresa a suo onere dovrà compilare registri di tracciabilità appositamente predisposti forniti dalla Direzione Lavori, in cui saranno riportati i dati dei singoli trasporti effettuati (provenienza, data, ora, documento di trasporto, trasportatore e la sezione e strato di conferimento, in modo da poter risalire alla provenienza e destinazione delle singole forniture trasportate).

Le forniture saranno assoggettate a periodiche analisi chimiche e test di cessione a seconda della tipologia di materiale. Qualora i risultati fossero non favorevoli, l'Impresa ha l'obbligo di allontanare il materiale e di sospendere la fornitura.

E' consentito realizzare i rinterri/bonifiche/rilevati utilizzando:

- 2.1 inerte proveniente da cave di idonee caratteristiche (cfr. L.R. n. 44 del 07/09/82);
- 2.2 terre e rocce provenienti da scavo previo eventuale trattamento con additivi (calce e/o cemento) che garantiscano determinati requisiti di accettabilità (art. 186 del Testo Unico e modalità operative definite con la DGRV n. 80 del 21/01/05);
- 2.3 materiali provenienti da demolizioni previo superamento dei requisiti di accettabilità;
- 2.4 materie prime secondarie (anche provenienti da demolizioni e da costruzioni).

La qualità dei materiali per rilevati dev'essere conforme alle norme di legge e alle caratteristiche dimensionali e meccaniche previste sub art. 3 - movimenti di terra.

3) Leganti idraulici.

Dovranno corrispondere, come richiamato dal D.M. 14 febbraio 1992, alla legge 26 maggio 1965 n. 595 (G.U. n. 143 del 10.06.1965) per quanto applicabili e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008.

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) per quanto applicabile e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008

- 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) per quanto applicabile e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008

- Avviso di rettifica al D.M. 20.11.1984 (G.U. n. 26 del 31.1.1985) per quanto applicabile e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008

- D.I. 9.3.1988 n. 126 “Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi” per quanto applicabile e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008

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) per quanto applicabile e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008

4) Calci aeree - Pozzolane.

Dovranno corrispondere alle “Norme per l'accettazione delle calci aeree”, R.D. 16 novembre 1939, n. 2231 ed alle “Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico”, R.D. 16 novembre 1939, n. 2230 per quanto applicabili e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008

5) Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per strutture in muratura ed in conglomerati cementizi.

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 01 gennaio 2008 norme tecniche per le costruzioni alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica.

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati; e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.).

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

6) Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi da impiegare 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.

7) 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%.

8) Cubetti di pietra.

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti “Norme per l'accettazione di cubetti di pietra per pavimentazioni stradali” C.N.R. - Ed. 1954 e nella “Tabella U.N.I. 2719 - Ed. 1945”.

9) Cordoni - Bocchette di scarico - Risvolti - Guide di risvolto - Scivoli per accessi - Guide e masselli per pavimentazione.

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle “Tabelle U.N.I. 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718 - Ed. 1945”.

10) Scapoli di pietra da impiegare per fondazioni.

Dovranno essere sani e di buona resistenza alla compressione, privi di parti alterate, di dimensioni massime comprese tra 15 e 25 cm ma senza eccessivi divari fra le dimensioni massime e minime misurate nelle diverse dimensioni.

11) Ciottoli da impiegare per i selciati.

Dovranno essere sani, duri e durevoli, di forma ovoidale e le dimensioni limite verranno fissate dalla D.L. secondo l'impiego cui sono destinati.

12) Pietra naturale.

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.

13) 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, peli 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 dalla Direzione dei Lavori.

14) Tufi.

Le pietre di tufo dovranno essere di struttura compatta ed uniforme evitando quelle pomiciose e facilmente friabili.

15) Materiali laterizi.

Dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti con R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 “Norme per l'accettazione dei materiali laterizi” ed altre Norme UNI: 1607; 5628-65; 5629-65; 5630-65; 5631-65; 5632-65; 5633-65 per quanto applicabili e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008.

I materiali dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con spigoli ben profilati e dritti; alla frattura dovranno presentare struttura fine ed uniforme e dovranno essere senza calcinaroli e impurità.

I forati e le tegole dovranno risultare di pasta fine ed omogenea, senza impurità, ben cotti, privi di nodi, di bolle, senza ghiaietto o calcinaroli, sonori alla percussione.

16) Manufatti di cemento.

I manufatti di cemento di qualsiasi tipo dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con dimensioni uniformi, dosature e spessore corrispondenti alle prescrizioni e ai tipi; saranno ben stagionati, di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione senza screpolature e muniti delle eventuali opportune sagomature alle due estremità per consentire una sicura connessione.

17) Materiali ferrosi.

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

In particolare essi si distinguono in:

- 1) - acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 01 gennaio 2008;
- 2) - 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;
- 3) - acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 01 gennaio 2008 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

18) Legnami.

Da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno dritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.

Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri.

I legnami, grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega e dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

I legnami in genere dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 30 ottobre 1912.

19) Bitumi - Emulsioni bituminose.

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Caratteristiche per l'accettazione", Ed. maggio 1978; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali", Fascicolo n. 3, Ed. 1958; "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali (Campionatura dei bitumi)", Ed. 1980 per quanto applicabili e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008.

20) Bitumi liquidi o flussati.

Dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali", Fascicolo n. 7 - Ed. 1957 del C.N.R. per quanto applicabili e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008.

21) Polveri di roccia asfaltica

Le polveri di roccia asfaltica non devono contenere mai meno del 7% di bitume; possono essere ottenute miscelando i prodotti della macinazione di rocce con non meno del 6% e non più del 10% di bitume; possono anche essere trattate con olii minerali in quantità non superiori all' 1%.

Ai fini applicativi le polveri vengono distinte in tre categorie (I, II, III).

Le polveri della I categoria servono per la preparazione a freddo di tappeti composti di polvere asfaltica, pietrischetto ed olio; le polveri della II categoria servono per i conglomerati, gli asfalti colati e le mattonelle; le polveri della III categoria servono come additivi nei conglomerati e per aggiunte ai bitumi ed ai catrami.

Le polveri di I e II categoria devono avere finezza tale da passare per almeno il 95% dal setaccio 2, U.N.I. - 2332.

Le polveri della III categoria devono avere la finezza prescritta per gli additivi stradali (norme C.N.R.).

Le percentuali e le caratteristiche dei bitumi estratti dalle polveri devono corrispondere ai valori indicati dalle tabelle riportate dalle Norme del C.N.R. Ed. 1956.

22) Olii asfaltici

Gli olii asfaltici impiegati nei trattamenti superficiali con polveri asfaltiche a freddo vanno distinti a seconda della provenienza della polvere, abruzzese o siciliana, con la quale si devono impiegare e della stagione, estiva od invernale, in cui i lavori si devono eseguire.

Per la stagione invernale si dovranno impiegare olii tipo A, e per quella estiva olii tipo B. Tutti questi olii devono contenere al massimo lo 0,50% di acqua, ed al massimo il 4% di fenoli; le altre caratteristiche, poi, devono essere le seguenti:

- 1) *olii di tipo A (invernale) per polveri abruzzesi*: viscosità Engler a 25°C da 3 a 6; distillato sino a 230°C al massimo il 15%; residuo a 330°C almeno il 25%; punto di rammollimento alla palla e anello 30 ÷ 45°C;
- 2) *olii di tipo A (invernale) per polveri siciliane*: viscosità Engier a 50°C al massimo 10; distillato sino a 230°C al massimo il 10%; residuo a 330°C almeno il 45%; punto di rammollimento alla palla e anello 55 ÷ 70°C;
- 3) *olii di tipo B (estivo) per polveri abruzzesi*: viscosità Engier a 25°C da 4 a 8; distillato sino a 230°C al massimo l'8%; residuo a 330°C almeno il 30%; punto di rammollimento alla palla e anello 35 ÷ 50°C;
- 4) *olii di tipo B (estivo) per polveri siciliane*: viscosità Engler a 50°C al massimo 15%; distillato sino a 230°C al massimo il 5%; residuo a 330°C almeno il 50%; punto di rammollimento alla palla e anello 55 ÷ 70°C.

Per gli stessi impieghi si possono usare anche olii derivanti da catrame e da grezzi di petrolio, o da opportune miscele di catrame e petrolio, purché di caratteristiche analoghe a quelle sopra riportate.

In caso di necessità gli olii possono venire riscaldati ad una temperatura non superiore a 60°C.

23) Materiali per opere in verde.

- 1) *Terra*: la materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali, dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scortico di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di m. 1,00. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.
- 2) *Concimi*: i concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale; avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali della fabbrica.
- 3) *Materiale vivaistico*: il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, sia di proprietà dell'Impresa, sia da altri vivaisti, purché l'Impresa stessa dichiari la provenienza e questa venga accettata dalla Direzione Lavori, previa visita ai vivai di provenienza. Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.
- 4) *Semi*: per il seme l'Impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo di essa. Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'Impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente le quantità di semi da impiegare per unità di superficie.

La Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, potrà rifiutare partite di seme, con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello riportato dalle tavole della Marchettano nella colonna "buona semente" e l'Impresa dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti.

Per il prelievo dei campioni di controllo, valgono le norme citate in premessa nel presente articolo.

5) *Zolle*: queste dovranno provenire dallo scoticamento di vecchio prato polifita stabile asciutto, con assoluta esclusione del prato irriguo e del prato marcitoio. Prima del trasporto a piè d'opera delle zolle, l'Impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori i luoghi di provenienza delle zolle stesse e ottenere il preventivo benestare all'impiego. La composizione floristica della zolla dovrà risultare da un insieme giustamente equilibrato di specie leguminose e graminacee; sarà tollerata la presenza di specie non foraggere ed in particolare della *Achillea millefolium*, della *Plantago* sp.pl., della *Salvia pratensis*, della *Bellis perennis*, del *Ranunculus* sp.pl., mentre dovranno in ogni caso essere escluse le zolle con la presenza di erbe particolarmente infestanti fra cui *Rumex* sp.pl., *Artemisia* sp.pl., *Catex* sp.pl. e tutte le Umbrellifere.

La zolla dovrà presentarsi completamente rivestita dalla popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità. Lo spessore della stessa dovrà essere tale da poter raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale e comunque non inferiore a cm 8; a tal fine non saranno ammesse zolle ricavate da prati cresciuti su terreni sabbiosi o comunque sciolti, ma dovranno derivare da prati coltivati su terreno di medio impasto o di impasto pesante, con esclusione dei terreni argillosi.

6) *Paletti di castagno per ancoraggio viminate*: dovranno provenire da ceduo castanile e dovranno presentarsi ben diritti, senza nodi, difetti da gelo, cipollature o spaccature. Avranno il diametro minimo in punta di cm 6.

7) *Verghe di salice*: le verghe di salice da impiegarsi nell'intreccio delle viminate dovranno risultare di taglio fresco, in modo che sia garantito il ricaccio di polloni e dovranno essere della specie *Salix viminalis* o *Salix purpurea*. Esse avranno la lunghezza massima possibile con diametro massimo di cm. 2,5.

8) *Talee di salice*: le talee di salice, da infiggere nel terreno per la formazione dello scheletro delle graticciate, dovranno parimenti risultare allo stato verde e di taglio fresco, tale da garantire il ripollonamento, con diametro minimo di cm. 2.

Esse dovranno essere della specie *Salix purpurea* e *Salix viminalis* oppure delle specie e degli ibridi spontanei della zona, fra cui *Salix daphnoides*, *Salix incana*, *Salix pentandra*, *Salix fragilis*, *Salix alba*, ecc. e potranno essere anche di *Populus alba* o *Alnus glutinosa*.

9) *Rete metallica*: sarà del tipo normalmente usato per gabbioni, formata da filo di ferro zincato a zincatura forte, con dimensioni di filo e di maglia indicate dalla Direzione dei Lavori.

24) Geotessili “tessuti” e “non tessuti”

In linea generale l'Appaltatore dovrà fornire materiali della migliore qualità, prodotti da Aziende operanti in regime di Certificazione di Qualità secondo la norma UNI EN ISO 9001:2000. I geotessili dovranno rispondere ai requisiti richiesti dalla norma UNI EN 13249 con riferimento agli utilizzi previsti. Prima di dare corso alla fornitura, l'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori, le schede tecniche dei materiali comprendenti tutti i requisiti di seguito riportati ed il relativo certificato CE per gli utilizzi previsti. Le singole confezioni di geotessile dovranno riportare la marcatura CE.

L'Appaltatore dovrà fornire i geotessili in rotoli della massima altezza disponibile sul mercato per lo specifico prodotto.

ART. 2**- PROVE DEI MATERIALI -**

INDICE

- 1 Certificato di qualità
- 2 Accertamenti preventivi
- 3 Prove di controllo in fase esecutiva

PROVE DEI MATERIALI

1) Certificato di qualità.

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calci idrauliche, acciai, ecc...) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati da un Laboratorio ufficiale.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o 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 di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità annuale. I 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.

I certificati di qualità e la relativa documentazione sono a carico dell'Impresa.

2) Accertamenti preventivi.

Prima dell'inizio dei lavori comportanti l'impiego di materiali in quantità superiori a:

1.000 m³ per gli MPS (Materie Prime Secondarie – ex D. Lgs. 152/2006),
 1.000 m³ per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi,
 500 m³ per i conglomerati cementizi,
 50 t per i cementi e le calci,
 5.000 m per le barriere di sicurezza.

Il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Impresa, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità.

Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista nell'Art. "Tempo utile per dare compiuti i lavori - penalità in caso di ritardo" delle Norme Generali.

3) Prove di controllo in fase esecutiva.

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, che saranno richiesti dalla D.L. e dalla Commissione di collaudo.

In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali saranno eseguite, presso Laboratori Ufficiali designati dalla D.L., a spese dell'Amministrazione Appaltante per i test positivi. Saranno a carico dell'Appaltatore gli oneri per la fornitura dei materiali, di campioni, di attrezzature e macchinari vari, per l'assistenza e preparazione dei campioni per la predisposizione delle piazzole, mezzi di contrasto, per la eventuale consegna al Laboratorio e per il ritiro dei certificati, nonché i retest.

I campioni e le prove sulle lavorazioni saranno eseguiti in contraddittorio.

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

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

ART. 3

- MOVIMENTI DI TERRA -

INDICE

| | |
|----------|--|
| 1.0. | <u>DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI</u> |
| 2.0. | <u>PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI</u> |
| 2.1. | <u>DISERBAMENTO E SCOTICAMENTO</u> |
| 2.2. | <u>SCAVI</u> |
| 2.2.1 | Scavi di sbancamento |
| 2.2.2 | Scavi di fondazione |
| 2.3. | <u>RINTERRI E/O BONIFICHE</u> |
| 2.3.1. | Bonifica |
| 2.3.2. | Rinterri |
| 2.3.3 | Sistemazione superficiale |
| 2.4. | <u>RILEVATI</u> |
| 2.4.1 | Formazione del Rilevato - Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali |
| 2.4.2 | Rilevati stradali |
| 2.4.3 | Impiego di terre appartenenti ai gruppi A ₁ , A ₂₋₄ , A ₂₋₅ , A ₃ |
| 2.4.4 | Impiego di terre appartenenti ai gruppi A ₂₋₆ , A ₂₋₇ |
| 2.4.5 | Impiego di terre appartenenti ai gruppi A ₄ , A ₅ , A ₆ , A ₇ |
| 2.4.6 | Rilevati rinforzati |
| 2.4.7 | Costruzione del rilevato |
| 2.4.7.1 | Formazione dei piani di posa dei rilevati e della sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato (sottofondo) |
| 2.4.7.2. | Strato di transizione (Rilevato-Terreno) |
| 2.4.7.3 | Strato granulare anticapillare |
| 2.4.7.4 | Geotessili “tessuto” e “non tessuto” |
| 2.4.7.5 | Stesa dei materiali |
| 2.4.7.6 | Condizioni climatiche |
| 2.4.8. | Dreni |
| 2.4.8.1. | Dreni verticali prefabbricati |
| 2.4.8.2. | Dreni in sabbia |
| 2.4.8.3. | Dreni verticali prefabbricati - modalità esecutive - |
| 2.4.8.4. | Dreni in sabbia - modalità esecutive - |
| 2.4.9. | Rilevati speciali “ sperimentali “ |
| 2.4.9.1 | Rilevati in terra stabilizzata/migliorata e consolidamento piano di appoggio |
| 2.4.9.2 | Rilevati con materiali riciclati da: <ul style="list-style-type: none"> • rifiuti speciali da demolizione edile • rifiuti speciali industriali - scorie. |
| 2.5. | <u>SPECIFICA DI CONTROLLO - RILEVATI</u> |
| 2.5.0 | Disposizioni generali |
| 2.5.0.1 | Prove di laboratorio |
| 2.5.0.2 | Prove di controllo in fase esecutiva |
| 2.5.0.3 | Prove di controllo sul piano di posa |
| 2.5.1 | Controllo dei materiali impiegati nel miglioramento e nella stabilizzazione a calce e/o cemento |
| 2.5.1.1 | Prove di laboratorio |
| 2.5.1.2 | Prove in sito |
| 2.5.1.3 | Prove di controllo sul piano di posa |
| 2.5.2 | Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali |
| 2.5.2.1 | Prove di laboratorio |
| 2.5.2.2 | Prove in sito |
| 2.5.3 | Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali industriali (Loppe d’altoforno) |
| 2.5.3.1 | Prove di laboratorio |
| 2.5.3.2 | Prove in sito |
| 2.5.4 | Geotessili |
| 2.5.5 | Controllo scavi |
| 2.5.6 | Controllo dreni prefabbricati |
| 2.5.7 | Controllo dreni in sabbia |

1. DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI

I movimenti di terra comprendono le seguenti categorie di lavoro:

- Diserbamento e scoticamento
- Scavi
- Rinterri e/o bonifiche
- Rilevati

Per i movimenti di terra che richiedono apporto di materiale è consentito utilizzare inerti provenienti da:

- Cave di idonee caratteristiche (L.R. n. 44 del 07/09/82);
- Terre e rocce da scavo, anche previo eventuale trattamento (con calce e/o cemento), nei limiti e con gli obblighi di art. 186 del D. Lgs. 152/06 e modalità operative definite con la DGRV n. 80 del 21/01/05. Il trattamento di frantumazione, di miscelazione, di additivazione con leganti (calce e/o cemento) è ammesso al fine di raggiungere i requisiti di accettabilità specificati nel presente articolo;
- Materiali provenienti da demolizioni previo superamento dei requisiti di accettabilità;
- Materie prime secondarie (MPS ex D. Lgs. 152/2006), nei limiti e con gli obblighi del D.M. 186/06 e del D.M. 5/02/1998.

Gli inerti devono comunque essere conformi a quanto previsto nel presente articolo e alla circolare Ministero Ambiente n. 5205 del 15/07/2005 (G.U. 25/07/2005).

Ai sensi del D.M. 203/03 e della l.r. n. 27/03 (art. 34), l'Appaltatore è tenuto ad impiegare MPS in misura non inferiore al 30% dell'apporto complessivo di materiale.

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. PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI

2.1. DISERBAMENTO E SCOTICAMENTO

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi.

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

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

- a) il diserbamento e lo scoticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o rilevato.
- b) tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito.
- c) Il materiale vegetale scavato, se riconosciuto idoneo dalla D.L., potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente il materiale scavato dovrà essere trasportato a discarica.
Rimane comunque categoricamente vietato la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati.
- d) La larghezza dello scoticamento ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni che saranno date dalla DL in relazione alle pendenze dei siti di impianto. Lo scoticamento sarà stabilito di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano campagna e sarà ottenuto praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate anche con l'ausilio di prove di portanza.

2.2. SCAVI

Si definisce scavo ogni movimentazione di masse di terreno dal sito originario finalizzata all'impianto di opere costituenti il nastro stradale e le sue pertinenze, quali:

- impianti di rilevati;
- impianti di opere d'arte;
- cunette, accessi, passaggi e rampe, etc..

Gli scavi si distinguono in:

- scavi di sbancamento;
- scavi di fondazione.

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano, con mezzi meccanici e, ove previsto, con l'impiego di esplosivi.

Nella esecuzione dei lavori di scavo l'Impresa dovrà scrupolosamente rispettare le prescrizioni assumendosene l'onere, e farsi carico degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo:

- a) Profilare le scarpate degli scavi con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, la cui stabilità dovrà essere accertata con apposite verifiche geotecniche a carico dell'Impresa.
Rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisoriale secondo quote e pendenze di progetto.
Se il fondo degli scavi risultasse smosso, l'Impresa compatterà detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 90% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (Prova di compattazione AASHO modificata) (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972).
Se negli scavi si superano i limiti assegnati dal progetto, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, ripristinare i volumi scavati in più, utilizzando materiali idonei.
- b) Eseguire, ove previsto dai documenti di progetto e/o richiesto dalla D.L., scavi campione con prelievo di saggi e/o effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche (a totale carico dell'impresa).
- c) Recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di scavo.
- d) Provvedere, a proprie cure e spese, con qualsiasi sistema (paratie, palancole, sbadacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.), al contenimento delle pareti degli scavi, in accordo a quanto prescritto dai documenti di progetto, ed in conformità alle norme di sicurezza e compensate con i prezzi relativi (sicurezza).
- e) 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 provvisoriamente deviate.
- f) Segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della D.L., prima di procedere a fasi di lavoro successive o ricoprimenti.
In caso di inosservanza la D.L. potrà richiedere all'Impresa di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questa abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso.
- g) Nel caso di impiego di esplosivi, saranno a carico dell'Impresa:
- Il rispetto delle Leggi e normative vigenti, la richiesta e l'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, etc.;
 - Mezzi, materiali e personale qualificato occorrente, per l'esecuzione dei lavori nel rispetto delle norme di sicurezza vigenti.
 - Coordinamento nei tempi di esecuzione, in accordo al programma di costruzione e nel rispetto dei vincoli e delle soggezioni derivanti dalle altre attività in corso e dalle situazioni locali.

h) I materiali provenienti dagli scavi, in genere, dovranno essere reimpiegati nella formazione dei rilevati o di altre opere in terra.

Il reimpiego sarà subordinato all'esito di prove di idoneità, eseguite a cura dell'Impresa, e sotto il controllo della D.L..

I materiali ritenuti idonei dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Impresa, al reimpiego o, ove necessario, in aree di deposito e custoditi opportunamente.

Se necessario saranno trattati per ridurli alle dimensioni prescritte dalle presenti norme secondo necessità, ripresi e trasportati nelle zone di utilizzo.

I materiali, che, invece, risulteranno non idonei al reimpiego, dovranno essere trasportati, a cura e spesa dell'Impresa, a rifiuto nelle discariche indicate in progetto o individuate in corso d'opera, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della D.L. (ordine di servizio), fatte salve le vigenti norme di legge e le autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio e dell'ambiente, fermo restando l'onere a carico dell'Impresa per il trasporto del materiale in discarica a qualsiasi distanza.

L'Impresa, a sua cura e spesa, dovrà ottenere la disponibilità delle aree di discarica e/o di deposito, dei loro accessi, e dovrà provvedere alle relative indennità, nonché alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali di discarica secondo quanto previsto in progetto e/o prescritto dall'Ente Concedente la discarica. Per i materiali ritenuti idonei ma in esubero rispetto alla quantità occorrente per la formazione dei rilevati, la D.L. a suo insindacabile giudizio, potrà ordinare all'Impresa di accantonare i materiali provenienti dalla escavazione delle gallerie o dagli scavi di sbancamento, su apposite aree per il loro riutilizzo, anche su altri lotti contigui, senza che l'Impresa possa pretendere nulla, rimanendo a carico dell'Amministrazione le relative indennità di occupazione temporanea ed all'Impresa la sistemazione e la regolarizzazione superficiale dei materiali.

2.2.1. Scavi di sbancamento

Sono così denominati i movimenti terra di grande entità eseguiti generalmente all'aperto senza particolari limitazioni sia fuori che in acqua, ovvero gli scavi non chiusi ed occorrenti per:

- apertura della sede stradale;

- apertura dei piazzali e delle opere accessorie;
- gradonature di ancoraggio dei rilevati su pendenze superiori al 20%;
- bonifica del piano di posa dei rilevati;
- spianamento del terreno;
- impianto di opere d'arte;
- taglio delle scarpate di trincee o rilevati;
- formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali.

2.2.2. Scavi di fondazione

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

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

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della D.L., spinti alla necessaria profondità, fino al rinvenimento del terreno avente la capacità portante prevista in progetto.

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

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, ma in tal caso, non sarà computati né il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza né il conseguente maggior volume di riempimento.

E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la D.L. abbia verificato ed accettato i piani di fondazione.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiali idonei dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (S.O. alla G.U. 1/6/1988n. 127; Circ. Serv. Tecnico Centrale LL. PP. del 24/09/1988 n° 30483) e successivi aggiornamenti.

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

Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi.

Provvederà, a sua cura e spesa, a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse così al regolatore deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fagatori ;analogamente l'Impresa dovrà adempiere agli obblighi previsti dalle leggi (Legge 10/5/1976 n. 319 e successivi aggiornamenti ed integrazioni , leggi regionali emanate in applicazione della citata legge) in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento, all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché all'eventuale trattamento delle acque .

2.3. RINTERRI E/O BONIFICHE

Per rinterri si intendono i lavori di:

- bonifica di zone di terreno non idoneo, al disotto del piano di posa di manufatti e rilevati, effettuata mediante sostituzione dei terreni esistenti con materiale idoneo anche utilizzando materiale tipo A₃;
- riempimento di scavi relativi a fondazioni, trincee, cunicoli, pozzetti, etc. eseguiti in presenza di manufatti;
- sistemazione superficiale eseguita con o senza apporto di materiale.

2.3.1. Bonifica

a) La bonifica del terreno di appoggio del rilevato, nell'accezione più generale, dovrà essere eseguita in conformità alle previsioni di progetto, ed ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto.

Pertanto il terreno in sito, per la parte di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai gruppi (CNR-UNI 10006):

- A₁, A₃, A₂₋₄ (v. sezioni tipo) se proveniente da cave; nel caso in cui il materiale appartenga al gruppo A₃, deve essere confinato; il materiale di tipo A₃ potrà essere utilizzato purché confinato con materiali A₁ o A₂₋₄.

Qualora sia previsto uno strato anticapillare, questo sarà costituito da pietrischetto con pezzature comprese tra 4 e 40 mm. e con passante al setaccio UNI4 pari al massimo al 3%.

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 90% della massa volumica del secco massima ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972).

b) Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno di cui al punto a) debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'Impresa dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa.

2.3.2. Rinterri

a) Per il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà utilizzarsi materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A₁ ed A₃ (UNI-CNR 10006) opportunamente compattato;

b) 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.

2.3.3. Sistemazione superficiale

La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali selezionati appartenenti esclusivamente ai gruppi A₁ ed A₃ (UNI-CNR 10006), con spandimento a strati opportunamente compattato fino a raggiungere il 90% della massa volumica del secco massima ottenuta con energia AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto.

Il materiale appartenente al gruppo A₃ potrà presentare un coeff. Di uniformità (D_{60}/D_{10}) anche inferiore a 7, purché non sia monogranulare e sia confinato.

Il materiale di tipo A₃ potrà essere utilizzato purché confinato con materiali A₁ o A₂₋₄ (in corrispondenza dello strato di impiego dello strato A₃ le fasce di bordo devono essere realizzate con A₁ o A_{2.4} per una larghezza di 1,5 metri, mentre la fascia superiore deve essere realizzata con A_{1b} o A_{2.4} per una larghezza di 0,5 metri),

2.4. RILEVATI

Con il termine "rilevati" sono definite tutte le opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali, nonché il piano d'imposta delle pavimentazioni.

2.4.1 Formazione del rilevato - Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali

Si considerano separatamente le seguenti categorie di lavori:

- Rilevati stradali;
- Rilevati realizzati in terra rinforzata.

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme CNR 10006, di cui alla Tabella 1 allegata.

2.4.2 Rilevati stradali

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

Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione o di galleria.

2.4.3 Impiego di terre appartenenti ai gruppi A₁, A₂₋₄, A₂₋₅, A₃

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A₁, A₂₋₄, A₂₋₅, A₃, il materiale appartenente al gruppo A₃ potrà presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) anche inferiore a 7, purchè non sia monogranulare.

Il materiale di tipo A₃ potrà essere utilizzato purchè confinato con materiali A₁ o A₂₋₄ (in corrispondenza dello strato di impiego dello strato A₃ le fasce di bordo devono essere realizzate con A₁ o A_{2.4} per una larghezza di 1,5 metri, mentre la fascia superiore deve essere realizzata con A₁ o A_{2.4} per una larghezza di 0,5 metri),

Per l'ultimo strato di 30 cm potranno essere impiegati solamente materiali appartenenti ai gruppi A₁ e A₂₋₄.

I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo, non essere di natura argillo-scistosa nonché alterabili o molto fragili. L'impiego di rocce frantumate è ammesso nella restante parte del rilevato, se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime non eccedenti i 20 cm, nonché di soddisfare i requisiti già precedentemente richiamati.

Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato.

Il materiale a pezzatura grossa (compreso tra i 7,1 ed i 20 cm) deve essere di pezzatura disuniforme e non deve costituire più del 30% del volume del rilevato; in particolare dovrà essere realizzato un accurato intasamento dei vuoti, in modo da ottenere, per ogni strato, una massa ben assestata e compattata.

Nel caso si utilizzino rocce tufacee, gli scapoli dovranno essere frantumati completamente, con dimensioni massime di 10 cm.

Il materiale A₃ al momento della posa dovrà essere confinato.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una massa volumica del secco pari o superiore al 90% della massa volumica del secco massima individuata dalle prove di compattazione AASHO Mod. (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), e/o un modulo di deformabilità non minore di 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e 0.15 N/mm²) (CNR 146 - 1992), salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione, che dovrà presentare un grado di costipamento pari o superiore al 95% e salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate, in sede di progettazione, dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e della pavimentazione stradale in trincea, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 - 0,25 da N/mm² sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale sia in rilevato che in trincea;
- 25 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 - 0,15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione stradale;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 - 0,15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto oltre 1,00 m, o più, da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli.

Su ciascuna sezione trasversale i materiali impiegati per ciascuno strato dovranno essere dello stesso gruppo.

Nel caso di rilevati aventi notevole altezza, dovranno essere realizzate banchine di scarpata della larghezza di 2 m a quota idonea e comunque ad una distanza verticale dal ciglio del rilevato non superiore a 6 m.

Le scarpate dovranno avere pendenze non superiori a quelle previste in progetto ed indicate nei corrispondenti elaborati.

Quando siano prevedibili cedimenti del piano di appoggio dei rilevati superiori ai 15 cm, l'Impresa sottoporrà alla D.L. un piano per il controllo dell'evoluzione dei cedimenti.

La posa in opera delle apparecchiature necessarie a tale scopo, e il rilevamento dei cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'impresa in accordo con la D.L..

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.

La costruzione del rilevato dovrà essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo da scontare, terminati i lavori, non sia superiore al 10% del cedimento teorico a fine consolidazione e comunque non superiore ai 5 cm.

Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà procedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (1% - 2%) e alzate verticali contenute in altezza.

Nel caso di allargamento di un rilevato esistente, si dovrà ritagliare, con ogni cautela, a gradoni orizzontali il terreno costituente il corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, con la cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (altezza massima 50 cm) la stesa del corrispondente nuovo

strato, di analoga altezza ed il suo costipamento, consentendo nel contempo l'eventuale viabilità del rilevato esistente.

L'operazione di gradonatura sarà preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale a protezione del rilevato esistente, che sarà accantonato se ritenuto idoneo, o portato a rifiuto, se inutilizzabile.

Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della coltre vegetale superficiale, sarà accantonato se ritenuto idoneo e riutilizzato per la costruzione del nuovo rilevato, o portato a rifiuto se inutilizzabile.

2.4.4. Impiego di terre appartenenti ai gruppi A₂₋₆, A₂₋₇

Saranno impiegate terre appartenenti ai gruppi A₂₋₆, A₂₋₇, solo se provenienti dagli scavi e previste nel progetto.

Il loro utilizzo è previsto, per la formazione di rilevati, soltanto al di sotto di 2,0 m dal piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale, previa predisposizione di uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.

Il grado di costipamento e la umidità con cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati dall'Impresa e sottoposti alla approvazione della Direzione Lavori, attraverso una opportuna campagna sperimentale.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm ed il materiale dovrà essere convenientemente disaggregato.

2.4.5. Impiego di terre appartenenti ai gruppi A₄, A₅, A₆, A₇

Per quanto riguarda le terre provenienti 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 (a calce e/o cemento, punto 2.4.8.1 e seguenti), attraverso una opportuna campagna sperimentale.

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

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm.

Generalità

Una volta esaurite nell'ambito del cantiere, per la formazione dei rilevati, tutte le disponibilità dei materiali idonei provenienti dagli scavi di sbancamento, l'Impresa si approvvigionerà da altri siti autorizzati e copia dell'autorizzazione dovrà esser presentata alla Direzione Lavori per l'autorizzazione all'approvvigionamento.

L'Impresa non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco per la formazione dei rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi di trincea, opere d'arte ed annessi stradali, qualora, pur essendoci disponibilità ed idoneità di queste materie scavate, essa ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, di ricorrere, in tutto o in parte, a siti di approvvigionamento.

Qualora una volta esauriti i materiali, provenienti dagli scavi, ritenuti idonei in base a quanto precedentemente riportato, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Impresa potrà ricorrere al prelievo di materie da siti di approvvigionamento, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione dei Lavori.

È fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali per la costruzione dei rilevati, alla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali presso Laboratori ufficiali.

Solo dopo che vi sia stato l'assenso della Direzione dei Lavori per l'utilizzazione del sito, l'Impresa è autorizzata ad utilizzare il sito per il prelievo dei materiali da portare in rilevato.

L'accettazione della cava da parte della Direzione dei Lavori non esime l'Impresa dall'assoggettarsi, in ogni periodo di tempo, all'esame delle materie che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione.

L'Impresa è tenuta a corrispondere le relative indennità ai proprietari e le spese di ripristino del sito.

L'Impresa non potrà pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco.

2.4.6. Rilevati rinforzati

Dovranno essere impiegati esclusivamente materiali appartenenti ai gruppi A₁ e A₃ comunque con pezzatura massima non superiore 71 mm, A₂₋₄ e A₂₋₆.

Prevedendosi l'uso di rinforzi (metallici, con l'impiego di geotessili, ecc.) per i materiali impiegati dovranno essere preliminarmente verificate le seguenti condizioni:

- contenuto in sali;

- solfuri, del tutto assenti;
- solfati, solubili in acqua, minori di 500 mg/kg;
- cloruri, minori di 100 mg/kg;
- pH compreso tra 5 e 10;
- resistività elettrica superiore a 1.000 ohm x cm per opere all'asciutto, superiore a 3.000 ohm x cm per opere immerse in acqua.

La compattazione di detti materiali dovrà risultare tale da garantire una massa volumica del secco misurata alla base di ciascuno strato, non inferiore al 95% della massa volumica del secco massima individuata mediante la prova AASHO Mod (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), ed il modulo di deformabilità (CNR 146 - 1992) non dovrà essere inferiore ai 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 0.05 - 0.15 N/mm².

2.4.7. Costruzione del rilevato

2.4.7.1. Formazione dei piani di posa dei rilevati e della sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato (sottofondo).

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e delle sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm)(CNR 146 - 1992) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm² sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale (sottofondo) sia in rilevato sia in trincea;
- 25 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m al di sotto di quello della fondazione della pavimentazione stradale;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto oltre 1,00 m, o più, da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate con prove rigorose che dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; si fa esplicito riferimento a quei materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) per i quali la determinazione del modulo di deformazione sarà affidata a prove speciali (edometriche, di carico su piastra in condizioni sature ecc.).

Il conseguimento dei valori minimi di deformabilità sopra indicati sarà ottenuto compattando il fondo dello scavo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto.

A rullatura eseguita la massa volumica in sito dovrà risultare come segue:

- almeno pari al 90% della massa volumica massima AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), sul piano di posa dei rilevati;
- almeno pari al 95% della massa volumica massima AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale.

Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura e non si pervenisse a valori del modulo di deformazione accettabili e compatibili con la funzionalità e la sicurezza del manufatto, la Direzione Lavori, sentito il Progettista, potrà ordinare un intervento di bonifica di adeguato spessore, con l'impiego di materiali idonei adeguatamente miscelati e compattati anche utilizzando materiale tipo A₃.

2.4.7.2. Strato di transizione (Rilevato-Terreno)

Quando previsto in progetto, in relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato, allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato, verrà eseguita:

la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;

la stesa di geotessile "tessuto" o "non tessuto" come da punto 2.4.7.4.

2.4.7.3 Strato granulare anticapillare

Lo strato dovrà avere uno spessore compreso tra 0,30-0,50 m; sarà composto di materiali aventi granulometria compresa tra 30 e 80 mm con passante al vaglio UNI 16 < 3% in peso e passante al vaglio UNI 0,063 mm non rilevabile.

Il materiale dovrà risultare del tutto esente da componenti instabili (gelivi, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati.

2.4.7.4 Geotessili “tessuto” e “non tessuto”

Il geotessile dovrà essere impuntrescibile, resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si instaurano nel terreno, all'azione dei microrganismi ed essere antinquinante.

Dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo d'impiego.

Prima della posa in opera del geotessile, sarà cura dell'Appaltatore preparare il terreno naturale pulendolo da oggetti appuntiti o sporgenti quali ad esempio ceppaie, rami, rocce o altri materiali in grado di produrre lacerazioni. Il terreno non dovrà presentare dislivelli o solchi profondi più di 15 cm. Eventuali lacerazioni accidentali saranno coperte da un telo di geotessile intatto, dello stesso tipo e di dimensioni pari a 4 volte più grandi della lacerazione stessa.

Una volta preparato il piano con adeguata rullatura, si procederà alla stesa dei teli di geotessile in direzione ortogonale al senso di marcia dei veicoli ad opera finita. I teli dovranno essere ben stesi senza presentare pieghe od ondulazioni.

I singoli teli dovranno essere sovrapposti per almeno 30 cm, o per larghezze maggiori a seconda di quanto previsto dalle schede tecniche fornite dal Produttore, e fissati al terreno, lungo le sovrapposizioni, con graffe metalliche in numero di almeno 4 ogni 25 mq di sovrapposizione. Particolare cura, nelle fasi operative, dovrà essere posta nella realizzazione dei risvolti, prevedendo un'adeguata lunghezza del telo da posare. I lembi di geotessile da risvoltare dovranno risultare bene stesi e i teli paralleli tra loro.

Il taglio dei singoli pannelli di geotessile da rullo dovrà avvenire senza danneggiare il materiale avvolto o comunque sottostante. Il materiale accidentalmente danneggiato dovrà essere allontanato.

Sarà possibile transitare con i mezzi di cantiere sui teli di geotessile solo dopo che questi siano stati coperti da uno strato di almeno 15 cm di materiale del tipo previsto (anticapillare o rilevato).

2.4.7.5. Stesa dei materiali

La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2%. In presenza di strati di rilevati rinforzati, o di muri di sostegno in genere, la pendenza trasversale sarà contrapposta ai manufatti.

Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere certificato mediante prove di controllo l'idoneità dello strato precedente.

Lo spessore dello strato sciolto di ogni singolo strato sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle modalità di compattazione e della finalità del rilevato.

Lo spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 50 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A₁, A₂₋₄, A₂₋₅, A₃ o con rocce frantumate;
- 40 cm per rilevati in terra rinforzata;
- 30 cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A₂₋₆, A₂₋₇.

Per i rilevati eseguiti con la tecnica della terra rinforzata e in genere per quelli delimitati da opere di sostegno rigide o flessibili (quali gabbioni) sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento esterno.

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo ($\pm 1,5\%$ circa) a quello ottimo determinato mediante la prova AASHO Modificata (CNR 69 - 1978).

Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione; se inferiore, l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Impresa ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, una energia costipante tale da assicurare il raggiungimento del grado di costipamento prescritto e previsto per ogni singola categoria di lavoro.

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme; a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.

Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato, le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma.

In presenza di paramenti flessibili e murature laterali, la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.

Le terre trasportate mediante autocarri o mezzi simili non dovranno essere scaricate direttamente a ridosso delle murature, ma dovranno essere depositate in loro vicinanza e successivamente predisposte in opera con mezzi adatti, per la formazione degli strati da compattare.

Si dovrà inoltre evitare di realizzare rilevati e/o rinterri in corrispondenza di realizzazioni in muratura che non abbiano raggiunto le sufficienti caratteristiche di resistenza.

Nel caso di inadempienza delle prescrizioni precedenti sarà fatto obbligo all'appaltatore, ed a suo carico, di effettuare tutte le riparazioni e ricostruzioni necessarie per garantire la sicurezza e la funzionalità dell'opera.

Inoltre si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti della terra rinforzata o flessibili in genere.

A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti anche operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

A ridosso delle murature dei manufatti la D.L. ha facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante miscelazione in sito del legante con i materiali costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.

Il cemento sarà del tipo normale ed in ragione di 25-50 kg/m³ di materiale compattato.

La Direzione Lavori prescriverà il quantitativo di cemento in funzione della granulometria del materiale da impiegare.

La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della massa volumica del secco massima, ottenuta con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978), (CNR 22 - 1972), procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.

Tale stabilizzazione a cemento dei rilevati dovrà interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse stradale, sarà a forma trapezia avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a 2,00 m + 3/2 h e l'altezza h coincidente con quella del rilevato.

Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di 30 cm di spessore, da stendere a cordoli orizzontali opportunamente costipati seguendo dappresso la costruzione del rilevato e ricavando gradoni di ancoraggio, salvo il caso che il rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso, nel quale detti gradoni non saranno necessari, e che sia tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso.

La semina dovrà essere eseguita con semi (di erbe ed arbusti tipo ginestra e simili), scelti in relazione al periodo di semina ed alle condizioni locali, si da ottenere i migliori risultati.

La semina dovrà essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

Si potrà provvedere all'inerbimento mediante sistemi alternativi ai precedenti, purché concordati con la Direzione Lavori.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'impresa dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Se nei rilevati avvenissero 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.

Nel caso di sospensione della costruzione del rilevato, alla ripresa delle lavorazioni, la parte di rilevato già eseguita dovrà essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione in genere che vi si fosse insediata, dovrà inoltre essere aerata, praticandovi dei solchi per il collegamento dei nuovi materiali come quelli finora impiegati e dovranno essere ripetute le prove di controllo delle compattazioni e della deformabilità.

Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave potranno essere solo del tipo A₆ e A₇.

Restando ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

2.4.7.6. Condizioni climatiche

La costruzione di rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es.: pietrame).

Nella esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva si procederà, per il costipamento, mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati, che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.

Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

2.4.8. Dreni

I dreni sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:

- dreni verticali prefabbricati
- dreni in sabbia

Le caratteristiche dei dreni, per quanto concerne il tipo, interasse, lunghezza, diametro e disposizione, saranno definite dal progetto.

Hanno la funzione di realizzare nel terreno percorsi preferenziali per la raccolta delle acque ed accelerare i processi di consolidazione dei terreni argillosi saturi in corrispondenza dei rilevati. Eventuali proposte di variazione rispetto alle caratteristiche tipologiche prefissate, dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della DL.

Tali variazioni dovranno comunque essere tali da garantire la medesima capacità e funzionalità.

2.4.8.1. Dreni verticali prefabbricati

Sono dreni prefabbricati industrialmente, costituiti da nastri flessibili ed arrotolabili nei quali esiste un involucro filtrante plastico, cartaceo o in materiali similari avvolto intorno ad un elemento di irrobustimento centrale, sempre in materiale plastico o affine; il nastro può anche essere semplicemente costituito da un unico corpo filtrante in materiale plastico, senza elemento centrale.

I dreni prefabbricati a nastro permettono il flusso dell'acqua presente nel terreno lungo l'asse di sviluppo principale, longitudinale, dell'elemento filtrante.

L'inserimento nel terreno del dreno si esegue mediante l'infissione a pressione di un mandrino che viene successivamente estratto, lasciando in posto il dreno, oppure mediante la penetrazione a vibrazione di un tubo di infissione con elemento vibrante in testa, azionato idraulicamente, che trascina il dreno fino alla profondità richiesta per poi abbandonarlo.

2.4.8.2. Dreni in sabbia

I dreni in sabbia comportano la realizzazione di una perforazione di tipo verticale che viene successivamente riempita da sabbia opportunamente composta sul piano granulometrico in modo che possa operare come filtro, secondo modalità analoghe a quelle dei dreni prefabbricati.

Le metodologie di perforazione sono le medesime di quelle adottate nel caso di pali trivellati.

2.4.8.3. Dreni verticali prefabbricati - modalità esecutive -

a) Caratteristiche dei nastri prefabbricati

Il nastro drenante prefabbricato dovrà avere caratteristiche rese note dalla certificazione ufficiale del Produttore, preventivamente trasmesse alla DL ed approvate dalla medesima.

Sono ammessi nastri con involucro filtrante in tessuto non tessuto o carta con anima in PVC, polietilene o polipropilene, oppure nastri in cui anima ed involucro siano ugualmente costituiti da materiali plastici.

In ogni caso, i nastri prefabbricati dovranno garantire una durata nel tempo adeguata alle necessità di Progetto ed in ogni caso non inferiore a 3 anni di esercizio, una portata di scarico assiale non inferiore a 100 m³/anno (con gradiente idraulico unitario e con l'applicazione all'involucro filtrante di una pressione normale totale pari a 300 kN/m²) ed un coefficiente di permeabilità trasversale dell'involucro filtrante di almeno 2 m/anno.

b) Attrezzatura di infissione

Si utilizzeranno attrezzature di infissione a pressione o vibrazione montate su torre con guide di scorrimento, in grado di raggiungere con il mandrino od i tubi di infissione la profondità prescritta dal Progetto nel contesto stratigrafico locale. Le caratteristiche delle attrezzature di infissione dovranno essere rese note alla DL.

Qualora motivato dalla necessità di superamento di strati o livelli di particolare resistenza si potrà ricorrere a prefiori eseguiti con sonda a rotazione o rotopercolazione.

Il mandrino o la tubazione di infissione dovrà avere sezione trasversale ridotta al minimo indispensabile per garantire la necessaria resistenza.

Il dreno sarà connesso all'utensile di infissione con un elemento a perdere, in grado di garantire il sicuro vincolo del dreno all'utensile durante l'inserzione e l'ancoraggio del dreno al terreno all'atto del ritiro del mandrino o della tubazione a profondità di progetto raggiunta.

c) **Lavori preparatori dell'infissione**

Prima di procedere alla installazione dei dreni, l'Impresa provvederà alla completa asportazione del terreno vegetale sull'area di lavoro, regolarizzando la superficie e coprendola con uno strato di sabbia perfettamente pulita, dello spessore di 50-80 cm, con fuso granulometrico corrispondente a quello di una sabbia medio-grossa, con massima percentuale di passante al vaglio UNI da 0.075 mm del 3%.

I punti di infissione dei dreni saranno materializzati sul terreno mediante picchetti o evidenti punti di riferimento.

Le attrezzature dovranno operare da un piano di lavoro adeguatamente stabile, e tale da escludere variazioni di assetto delle stesse durante le operazioni di infissione.

d) **Installazione**

L'infissione dei dreni avverrà mediante pressione o vibrazione, con modalità tali, per quanto concerne le massime pressioni esercitate verso il basso e la velocità di penetrazione, da prevenire la rottura dei nastri prefabbricati o il mancato raggiungimento della profondità di progetto.

2.4.8.4. Dreni in sabbia - modalità esecutive -

a) **Caratteristiche della sabbia drenante**

Il materiale granulare utilizzato per il riempimento del foro dovrà essere conforme, per quanto concerne la composizione granulometrica, al fuso definito dal Progetto.

Qualora non definito espressamente, il fuso granulometrico di riferimento sarà il seguente:

| APERTURA VAGLIO UNI (mm) | PASSANTE % | |
|-----------------------------|------------|------|
| | MIN. | MAX. |
| 0.075 | 0 | 3 |
| 0.40 | 0 | 10 |
| 2.00 | 15 | 45 |
| 5.00 | 35 | 75 |
| 10.00 | 70 | 100 |

b) **Attrezzatura**

Sarà cura dell'Impresa comunicare, prima dell'inizio lavori, le caratteristiche delle attrezzature che lo stesso intende utilizzare.

Sono ammesse attrezzature di perforazione nelle quali l'avanzamento dell'utensile e la disgregazione del terreno, che viene asportato dal foro, avvengono mediante l'energia dinamica dell'acqua, attrezzature di perforazione ad elica o attrezzature con caratteristiche diverse.

In ogni caso, le attrezzature dovranno garantire il raggiungimento delle profondità prescritte dal Progetto con il relativo diametro e permettere la realizzazione dei dreni senza rischi di interruzione della continuità del fusto in sabbia.

c) **Lavori preparatori**

Prima di procedere alla perforazione dei dreni, l'Impresa provvederà alla completa asportazione del terreno vegetale sull'area di lavoro, regolarizzando la superficie e coprendola con uno strato di materiale granulare pulito, dello spessore di 50-80 cm.

I punti di perforazione dei dreni saranno materializzati sul terreno mediante picchetti o evidenti punti di riferimento.

d) **Perforazione e riempimento dei fori**

La conduzione della perforazione sarà eseguita con modalità preventivamente comunicate alla DL, tali da garantire profondità, diametro e continuità del foro, che non dovrà subire alcun collasso parziale o chiusura. Nel caso di impiego di tecniche con disgregazione idraulica del terreno, il foro sarà sempre mantenuto pieno di acqua, per prevenire i danni conseguenti al mancato sostentamento delle pareti del foro mediante controspinta idrostatica. Non è ammesso l'uso di fluidi di perforazioni diversi dall'acqua, priva di additivi se non perfettamente biodegradabili in 20÷40 ore.

Il riempimento dei fori con sabbia sarà eseguito dal basso a risalire, iniziando da fondo foro, mediante il convogliamento della sabbia con tubazioni che, nel caso di perforazione con elica, potranno essere rappresentati dallo spazio anulare cavo interno alle stesse eliche, da ritirare progressivamente con il procedere del riempimento. A riempimento eseguito, lo scarto sommitale di materiale granulare inquinato dai materiali provenienti dalla perforazione dovrà essere asportato e condotto a discarica e sostituito con nuovo materiale drenante approvato fino a realizzare un materasso drenante sommitale di spessore e caratteristiche conformi al progetto.

2.4.9. Rilevati Speciali

Con il termine “rilevati speciali” sono definite tutte le opere realizzate con materiali naturali o artificiali, destinate a formare totalmente o parzialmente alcune parti del corpo stradale.

Si distinguono in:

- a) rilevati in terra stabilizzata/migliorata;
- b) rilevati con MPS.

2.4.9.1. Rilevati in terra stabilizzata/migliorata e consolidamento piano di appoggio

Terra stabilizzata a calce

La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da terra, calce viva od idrata e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo (CNR 36 - 1973).

Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a calce deve essere di tipo limo-argilloso ed avere indice di plasticità normalmente maggiore o uguale a 10.

Possono essere stabilizzate a calce anche terre ghiaioso-argillose, ghiaioso-limose, sabbioso-argillose e sabbioso-limose (tipo A₂₋₆ e A₂₋₇) qualora presentino una frazione di passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 35%.

Possono essere trattate con calce anche le “vulcaniti vetrose” costituite da rocce pozzolaniche ricche di silice amorfa reattiva.

Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La calce idrata dovrà essere conforme alle norme per l'accettazione delle calci di cui alle disposizioni vigenti.

La quantità di acqua e di calce con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento ed eventualmente a prove di rottura a compressione, nonché a qualsiasi altra prova necessaria per una adeguata caratterizzazione (CNR 36/73).

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.

I provini, sformati a non meno di 48 ore dalla confezione e conservati successivamente in ambiente a temperatura di circa 20° C, entro involucro a tenuta devono presentare dopo stagionatura di 7 e 28 giorni carichi di rottura non inferiori rispettivamente a:

- 8 e 13 kg/cm² per le miscele destinate a strati del rilevato;
- 6 e 9 kg/cm² per le miscele destinate a migliorare le qualità portanti del sottofondo.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 - 1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di calce, permettendo di definire come variano con la quantità di calce i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

Noti questi valori, la D. L. definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in calce.
- il suo tenore in calce sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

Terra stabilizzata a cemento

La terra stabilizzata a cemento è una miscela composta da terra, cemento e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati

che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo.

Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a cemento deve essere di tipo sabbioso, ghiaioso, sabbioso-limoso e/o argilloso, ghiaioso-limoso e/o argilloso e limoso, ed avere indice di plasticità normalmente minore di 15. Possono essere trattati a cemento anche materiali friabili o profondamente alterati, purché riconducibili con un adeguato trattamento alle volute funzioni portanti.

Il passante al setaccio 0.075 mm non deve superare il 50%.

Il tipo di cemento da impiegare dovrà essere del tipo Portland 32,5.

Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

Inoltre, le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La quantità di acqua e di cemento con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento e prove di rottura a compressione, ed a qualsiasi altra prova che si ritenga necessaria.

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.

Esso viene determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR - UNI 10009.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 - 1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di cemento, permettendo di definire come variano con la quantità di cemento i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

I provini, sformati a non meno di 48 ore dalla confezione e conservati successivamente in ambiente a temperatura di circa 20° C, entro involucro a tenuta devono presentare dopo stagionatura di 7 e 28 giorni carichi di rottura non inferiori rispettivamente a:

- 8 e 13 kg/cm² per le miscele destinate a strati del rilevato;

- 6 e 9 kg/cm² per le miscele destinate a migliorare le qualità portanti del sottofondo.

Noti questi valori, la D. L. definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in cemento.
- il suo tenore in cemento sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

Piano di appoggio del rilevato

Il trattamento in sito dei terreni di appoggio di rilevato, trattati con i suddetti leganti (calce o cemento) deve essere tale da garantire le caratteristiche di portanza previste dal progetto.

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 40, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 25 Mpa, nell'intervallo di carico tra 0.05 - 0.15 N/mm², (CNR 146 - 1992).

Piano di appoggio della sovrastruttura (sottofondo)

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR all'umidità ottima (CNR - UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mm².

Rilevati

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

Le caratteristiche di portanza delle terre stabilizzate con i leganti (calce o cemento), devono essere quelle previste dal progetto.

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR (CNR - UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 50 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 30 Mpa, nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm² (CNR 146 - 1992).

Resistenza al gelo

Nel caso in cui la terra debba essere impiegata in zone in cui l'azione del gelo non è occasionale, si debbono porre in atto ulteriori indagini e provvedimenti suggeriti dalle condizioni locali d'impiego onde evitare l'ammaloramento del materiale in opera per effetto del gelo. Un aumento del dosaggio del legante può risultare utile a questo scopo.

Modalità di lavorazione

La stabilizzazione dei terreni con leganti implica il miglioramento delle caratteristiche della terra; i requisiti di idoneità della miscela ottenuta verranno accertate mediante prove di resistenza a compressione o prove di carico, e qualsiasi altra prova necessaria.

I procedimenti di riabilitazione o di stabilizzazione dei terreni argillosi con calce potranno avvenire con trattamento in sito (impianti mobili) oppure predisponendo le miscele da porre in opera in adeguati impianti fissi; comunque la miscela, una volta stesa, dovrà presentarsi uniformemente mescolata ed opportunamente umidificata secondo l'umidità ottima determinata mediante la relativa prova di laboratorio, e comunque non maggiore dell'1.5% dell'ottimo indicato dalla D.L..

La suddetta umidità dovrà essere determinata a miscela posta in opera e sarà determinata in sito mediante adeguate modalità di prova.

Inoltre tale umidità dovrà essere mantenuta costante sino al termine delle operazioni di posa in opera.

Il singolo strato non dovrà avere spessore superiore ai 30 cm.

Tutti i processi dovranno comunque essere preventivamente approvati dalla D.L. e dovranno essere realizzati dall'Impresa sotto le disposizioni della stessa D.L..

Il trattamento in sito, eseguito sotto il controllo e le direttive della D.L., dovrà prevedere le seguenti fasi operative:

- scarificazione ed eventuale polverizzazione con ripper di motolivellatrici o con lame scarificatrici ed erpici a disco;
- spandimento della calce e del cemento in polvere mediante adatte macchine spanditrici; tale spandimento dovrà essere effettuato esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa; si dovrà impedire a qualsiasi macchinario, eccetto quello necessario che verrà impiegato per la miscelazione, di attraversare la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante, fino a quando questo non sia stato miscelato con il terreno.

Il quantitativo necessario al trattamento dell'intero strato, sarà distribuito in maniera uniforme sulla superficie ed in maniera da risultare soddisfacente al giudizio della D.L.;

- mescolazione con adeguati mescolatori ad albero orizzontale rotante. Il numero di passate dipende dalla natura del suolo e dal suo stato idrico. Si dovrà inoltre garantire un adeguato periodo di maturazione della miscela, da determinarsi di volta in volta a seconda della natura dei terreni.

La stabilizzazione dovrà raggiungere una profondità tale da interessare lo strato sottostante già trattato per uno spessore di 10 cm..

L'Impresa dovrà garantire una adeguata polverizzazione della miscela, che si considera sufficiente quando l'80% del terreno, ad esclusione delle porzioni lapidee, attraversa il setaccio 4 UNI (apertura di 4,76 mm).

Nel caso in cui le normali operazioni di mescolazione non dovessero garantire questo voluto grado di polverizzazione, l'Impresa dovrà procedere ad una preventiva polverizzazione della terra, affinché si raggiungano tali requisiti nella miscelazione dell'impasto.

- compattazione e finitura con rulli a "piedi di montone", che precedono i passaggi di rulli gommati pesanti e/o rulli lisci vibranti. La sagomatura finale dovrà essere operata mediante motolivellatrice.

La velocità di compattazione dovrà essere tale da far sì che il materiale in oggetto, venga costipato, prima dell'inizio della presa del legante. I piani dovranno presentare una pendenza tale da permettere il rapido smaltimento delle acque meteoriche.

- con frequenza giornaliera dovrà essere verificato da parte dell'Impresa, e in contraddittorio con la Direzione Lavori, la quantitativo di legante steso.
- con frequenza giornaliera dovrà essere verificata l'umidità naturale del terreno da trattare. Sarà quindi necessario procedere ad una adeguata asciugatura o umidificazione del materiale al fine di ottenere un valore prossimo a quello ottimale, valore che non dovrà comunque essere superiore di 1,5% rispetto all'ottimo.
- sempre con frequenza giornaliera, si procederà al controllo speditivo del pH della miscela ottenuta.

Nella stabilizzazione a cemento, dopo il costipamento, si dovrà predisporre un adeguato strato di protezione per la maturazione, evitando di disturbare lo strato nella fase di presa per almeno 24 ore.

Le operazioni di trattamento e posa in opera della terra stabilizzata dovranno essere effettuate in condizioni climatiche tali da garantire il voluto contenuto di acqua determinato attraverso la campagna sperimentale preliminare, ed inoltre si richiede per la posa in opera una temperatura minima di 7 °C.

Al termine della giornata di lavoro, e comunque in corrispondenza delle interruzioni delle lavorazioni, si dovrà predisporre, in corrispondenza della parte terminale dello strato, una traversa al fine di far sì che anche porzione risulti soddisfacentemente costipata nonché livellata.

Il trattamento effettuato con adeguati impianti fissi o mobili dovrà essere approvato preventivamente dalla D.L., la quale potrà intervenire con opportune direttive, variazioni e/o modifiche durante la posa in opera dei materiali.

2.4.9.2. Rilevati con MPS

In alternativa ai materiali naturali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006, può essere previsto, nella costruzione di rilevati, l'impiego di inerti provenienti da recupero e riciclaggio di materiali edili e di scorie industriali (MPS ex D. Lgs. 152/2006).

I rilevati con MPS potranno essere eseguiti, previa autorizzazione della D.L., solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale.

E' comunque vietato l'utilizzo diretto dei materiali provenienti da demolizioni, costruzioni e scavi ai sensi della vigente normativa. I materiali, devono comunque rispettare le caratteristiche fisiche previste dalla circolare n° 5205 del 15/07/2005.

L'uso di tali materiali è consentito solo al termine di trattamenti finalizzati al raggiungimento degli standard merceologici e alla verifica della compatibilità ambientale, secondo la normativa di Legge vigente.

- **Inerti recuperati da demolizioni/costruzioni**

Gli impianti di riciclaggio dovranno essere costituiti da distinte sezioni di trattamento, attraverso fasi meccanicamente e tecnologicamente interconnesse di macinazione, vagliatura, selezione granulometrica e separazione dei materiali ferrosi, legnosi, e delle frazioni leggere, nonché delle residue impurità, per la selezione dei prodotti finali.

Gli impianti dovranno comunque essere dotati di adeguati dispositivi per la individuazione di materiali non idonei. Dovrà essere preventivamente fornita alla DL oltre all'indicazione dell'impianto o degli impianti di produzione, con la specifica delle caratteristiche delle modalità operative riferite sia alla costanza di qualità del prodotto, sia ai sistemi di tutela da inquinanti nocivi, una campionatura significativa del materiale prodotto e le eventuali certificazioni relative a prove sistematiche fatte eseguire su materiali.

Il materiale dovrà comunque rispondere alle specifiche tecniche di seguito riportate.

| PARAMETRO | MODALITÀ DI PROVA | LIMITE |
|---|---|---|
| Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo EN 13242). | Separazione visiva sul trattenuto al setaccio 8 mm (rif. UNI EN 13285:2004) | > 70% in massa |
| Vetro e scorie vetrose | Idem | ≤ 15% in massa |
| Conglomerati bituminosi | Idem | ≤ 25% in massa |
| Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente | Idem | ≤ 15% in totale e ≤ 5% per ciascuna tipologia |
| Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie in plastica, etc. | Idem | ≤ 0,1% in massa |
| Altri materiali (metalli, gesso*, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, etc.) | Idem | ≤ 0,6 % in massa |
| Passante al setaccio da 63 mm | UNI EN 933/1 (**) | 85 - 100% |
| Passante al setaccio da 4 mm | UNI EN 933/1 (**) | ≤ 60% |
| Passante al setaccio da 0,063 mm | UNI EN 933/1 (**) | ≤ 15% |
| Equivalente in Sabbia | UNI EN 933-8 | >20 |
| Dimensione massima D_{max} | UNI EN 933/1 | = 125 mm |
| Ecocompatibilità | Test di cessione di cui all'Al. 3 DM 05/02/1998 | Il materiale dovrà risultare conforme al test di cessione previsto dal DM 5 febbraio 1998 |

I componenti lenticolari non dovranno essere (definite come in BU CNR n° 95/84) in quantità superiore al 30 %; Devono essere assenti sostanze organiche (UNI 7466/75 II parte) o contaminanti, ai sensi del D.P.R. 10.9.1989 n° 915 pubblicato sulla G.U. n°343 del 15.12.82.

Prove di prequalificazione del materiale:

- determinazione della percentuale di rigonfiamento, che dovrà essere secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009), inferiore a 1%;
- prova di abrasione Los Angeles; sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;
- verifica della sensibilità al gelo (CNR 80/1988 Fasc. 4 art. 23 modificato), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A); sarà ritenuto idoneo il materiale con sensibilità al gelo $G \leq 30$;
- verifica del limite liquido w_L , che non dovrà essere superiore a 40, e dell'indice di plasticità I_p , che non dovrà essere superiore a 10.

Per la posa in opera, si dovrà procedere alla determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante procedimento AASHO modificato (CNR 69 - 1978) e per la stesa del materiale si dovrà procedere per strati di spessore compreso fra 15 a 30 cm., secondo le indicazioni della D.L., costipati per mezzo di rulli vibranti di tipo pesante.

Il materiale dovrà essere scaricato in cumuli estesi e immediatamente sottoposto ad una prima umidificazione, per evitare la separazione delle parti a diversa granulometria, non essendo presente di norma la umidità naturale.

L'umidità da raggiungersi non dovrà essere inferiore al 7-8 %.

Il materiale dovrà essere posto in opera mediante motolivellatore (Grader), o con altro mezzo idoneo, di adeguata potenza, in maniera da evitare comunque la separazione dei componenti di pezzatura diversa, e adeguatamente rullato a umidità ottimale.

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) (CNR 146 - 1992) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm² sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale in rilevato;
- 25 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm², sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m, al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m, o più, al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale.

Per i suddetti materiali valgono le stesse prescrizioni di grado di costipamento già specificato per le terre.

- **Inerti recuperati da lavorazioni industriali - scorie**

Sempre in alternativa ai materiali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006 può, essere previsto nella costruzione di rilevati l'impiego di materiali provenienti da scorie industriali - loppe d'altoforno, esclusivamente di nuova produzione e comunque non sottoposte a periodi di stoccaggio superiori ad un anno.

I rilevati con scorie industriali potranno essere eseguiti solo dopo autorizzazione della D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale.

Le caratteristiche degli MPS debbono essere rispondenti alle prescrizioni delle normative vigenti.

Tutti gli oneri inerenti alla gestione, sicurezza e garanzia della stabilità chimico-fisica del prodotto da utilizzare, rimangono a carico dell'appaltatore, così come tutti gli oneri e le incombenze derivanti dai permessi da richiedersi presso gli Enti preposti alla tutela dell'ambiente e del territorio.

Tali permessi sono rigorosamente prescritti, prima di procedere a qualsiasi utilizzazione ed impiego del materiale in esame.

E' riservata alla Direzione Lavori la facoltà di adottare la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando le scorie esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando per le fasce laterali di spessore costante dell'ordine dei 2.0 m, terre tradizionali.

Il materiale per essere impiegato nella formazione di strati di rilevato dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- la curva granulometrica, dovrà presentare un passante al setaccio 0.075 mm, non superiore al 10%, ed un coefficiente di disuniformità maggiore o uguale a 7;
- l'attività del materiale (caratterizzata dal coefficiente α) dovrà essere compresa tra 20 e 40; l'attività α risulta così definita:

coefficiente calcolato dividendo per 1000 il prodotto della superficie specifica (cm^2/g), determinata con il permeabilometro di Blain opportunamente adattato, per la friabilità intera come percentuale di elementi $< 80 \mu\text{m}$, ottenuti dopo opportuna frantumazione (Mode operatoir LCPC: Measure du coefficient α d'activé du latier granulé de heurt fornean - Dunoid - Paris 1970).

- il contenuto naturale di acqua (umidità), deve essere $< 15\%$;

Il materiale verrà posto in opera mediante l'impiego di motolivellatrice (grader) in strati di spessore massimo 30 cm. Il rigonfiamento dovrà risultare inferiore allo 0,5% con qualsiasi tecnica di prova anche a lunga durata (imbibizione superiore a 28 gg).

Nell'eventualità di una parzializzazione del corpo del rilevato i materiali di contronucleo verranno posti in opera con strati aventi medesimo spessore di quelli realizzati con loppa.

Quindi si procederà al costipamento dell'intero strato.

A compattazione avvenuta, tutti i materiali utilizzati per la realizzazione del singolo strato, dovranno presentare una massa volumica non inferiore al 90% di quella massima individuata nelle prove di compattazione (CNR 69-1978), (CNR 22 - 1972).

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm)(CNR 146 -1992) dovrà risultare non inferiore a:

20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm^2 sui restanti strati del rilevato oltre 1,00 m al di sotto della pavimentazione stradale.

Non è ammesso l'utilizzo di scorie a profondità inferiori ad 1 m dalla fondazione stradale.

- **Materiale proveniente da fresatura**

L'attività di scarifica del manto stradale mediante fresatura a freddo genera materiale costituito da bitume ed inerti.

Tale materiale riciclato va iscritto nell'apposito repertorio del Ministero Ambiente (all. A circolare Ministero Ambiente 15/07/2005; G.U. 25/07/2005), e può essere utilizzato per realizzare il corpo dei rilevati, il sottofondo stradale e lo strato di fondazione. Tale utilizzo presuppone il raggiungimento delle caratteristiche di all. C della citata circolare ed il rispetto dei limiti e delle procedure di cui al punto 7.6 – conglomerato bituminoso - all. 1 e all'all. 3 – test di cessione – del D.M. 5/02/98 (procedura semplificata di recupero).

L'Appaltatore, comunque, dovrà curare a suo carico la predisposizione del progetto di reimpiego e presentarlo all'ARPA competente.

2.5. SPECIFICA DI CONTROLLO

2.5.0. Disposizioni generali

La seguente specifica si applica ai vari tipi di rilevato costituenti l'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Impresa per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, terre, calci, cementi, etc) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio Ufficiale e comunque secondo quanto prescritto dalla Circ. ANAS n° 14/1979.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o 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 di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.

I 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.

La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

La frequenza minima delle prove ufficiali sarà quella indicata nella allegata Tabella 2, la frequenza delle prove di cantiere, sarà imposta dalle puntuali verifiche che il programma di impiego dei materiali, approvato preventivamente dalla D.L., vorrà accertare.

I materiali da impiegare a rilevato, sono caratterizzati e classificati secondo le Norme CNR-UNI 10006/63, e riportati nell'allegata Tabella 1.

La normativa di riferimento per esercitare i controlli conseguenti, sono indicati nel seguente prospetto:

| CATEGORIE DI LAVORO E MATERIALI | CONTROLLI PREVISTI | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--|--|--|
| MOVIMENTI DI TERRA | | D.M. 11.03.1988 C.LL.PP. n.30483 del 24.09.1988 |
| PIANI DI POSA DEI RILEVATI | Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra | C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI |
| PIANI DI POSA DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA | Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra | C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI |
| FORMAZIONE DEI RILEVATI | Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito Prova di carico su piastra CBR Impiego della calce | C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.36 A VII |

2.5.0.1. Prove di laboratorio

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- prova di costipamento con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978).

La caratterizzazione e frequenza delle prove è riportata in Tabella 2.

2.5.0.2. Prove di controllo in fase esecutiva

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, inviando i campioni presso Laboratorio Ufficiale. I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in luogo che sarà indicato, previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

La frequenza e le modalità delle prove sono riportate nella Tabella 2.

TABELLA 1

FORMAZIONE DEL RILEVATO - GENERALITÀ, CARATTERISTICHE E REQUISITI DEI MATERIALI

| Prospetto I - Classificazione delle terre | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------|------|---------|------|------|---|------|------|------|--------------|----------------------------------|------|
| Classificazione generale | Terre ghiaio - sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35% | | | | | | Terre limo - argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35% | | | | | Torbe e terre organiche palustri | |
| | A 1 | | A 3 | A 2 | | | | A 4 | A 5 | A 6 | A 7 | | A 8 |
| Gruppo | A 1-a | A1-b | | A2-4 | A2-5 | A2-6 | A2-7 | | | | A7-5 | A7-6 | |
| Sottogruppo | A 1-a | A1-b | | A2-4 | A2-5 | A2-6 | A2-7 | | | | A7-5 | A7-6 | |
| Analisi granulometrica . Frazione passante allo staccio | ≤50 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2 UNI 2332 | ≤ 30 | ≤ 50 | > 50 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| % | ≤15 | ≤25 | ≤10 | ≤ 35 | ≤35 | ≤ 35 | ≤ 35 | > 35 | > 35 | > 35 | > 35 | > 35 | > 35 |
| 0,4 UNI 2332 | | | | | | | | | | | | | |
| % | | | | | | | | | | | | | |
| 0,075 UNI 2332 | | | | | | | | | | | | | |
| % | | | | | | | | | | | | | |
| Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI2332 | | | | | | | | | | | | | |
| Limite liquido | — | — | ≤ 40 | > 40 | ≤ 40 | > 40 | ≤ 40 | > 40 | ≤ 40 | > 40 | ≤ 40 | > 40 | > 40 |
| Indice di plasticità | ≤ 6 | N.P. | ≤ 10 | ≤ 10max | > 10 | > 10 | ≤ 10 | ≤ 10 | > 10 | > 10 | (IP ≤ IL-30) | (IP > L-30) |) |

| Indice di gruppo | 0 | 0 | 0 | ≤ 4 | ≤ 8 | ≤ 12 | ≤ 16 | ≤ 20 | | |
|--|--|-------------|------------------------------------|-----|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|---|--|--|
| Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo | Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grassa ,pomice, scorie vulcaniche, pozzolane | Sabbia fine | Ghiaia o sabbia limosa o argillosa | | Limi poco compressibili | Limi poco compressibili | Argill e poco compressibili | Argill e fortemente compressibili fortemente plastiche | Argil le fortemente compressibili forte ment e plasti che | Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre |
| Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo | Da eccellente a buono | | | | Da mediocre a scadente | | | | Da scartare come sottofondo | |
| Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo | Nessuna o lieve | | Media | | Molto elevata | | Media | Elevat a | Medi a | |
| Ritiro o rigonfiamento | Nullo | | Nullo o lieve | | Lieve o medio | | Elevat o | Elevat o | Molt o elevat o | |
| Permeabilità | Elevata | | Media o scarsa | | | | Scarsa o nulla | | | |

| | | | | | | |
|--|--------------------------|---|--|--|--|--|
| Identificazione dei terreni in sito | Facilmente individuabile | Aspri al tatto - Incoerenti allo stato asciutto | La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla | Reagiscono alla prova di scuotimento* - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido | Non reagiscono alla prova di scuotimento* - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido | Fibrosi di color bruno o nero - Facilmente individuabili a vista |
| <p>* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille . Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera , che comparirà comprimendo il campione fra le dita.</p> | | | | | | |

TABELLA 2

Frequenza minima delle prove (almeno 1 ogni m³ _____), a valere per ogni singolo strato

| TIPO DI PROVA | RILEVATI STRADALI | | | | TERRE RINFORZATE | |
|---|------------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| | <i>Corpo del rilevato</i> | | <i>Ultimo strato di cm 30</i> | | primi 5'000 m ³ | successivi m ³ |
| | primi 5000 m ³ | successivi m ³ | Primi 5'000 m ³ | successivi m ³ | | |
| Classificazione CNR-UNI 10006/63 | 500 | 5'000 | 500 | 2'500 | 500 | 2'500 |
| Costipamento AASHO Mod. CNR | 500 | 2'000 | 500 | 2500 | 500 | 2'000 |
| Massa volumica in B.U. CNR n.22 | 250 | 5000 | 250 | 1000 | 250 | 1000 |
| Prova di carico su piastra CNR 9 - 67 | * | 1'500 - 2'000 | 500 | 1'500 | 1000 | 1'500 |
| Controllo umidità | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| Resistività | * | * | * | * | 500 | 5000 |
| pH | * | * | * | * | 500 | 5000 |
| Solfati e cloruri | * | * | * | * | 5000 | 5000 |

* Su prescrizione delle Direzione Lavori
 ** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato

2.5.1. Controllo dei materiali impiegati nel miglioramento e nella stabilizzazione a calce e/o cemento

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

Il trattamento a calce e/o cemento richiede particolare cura nelle varie fasi della lavorazione. In caso contrario gli esiti positivi riscontrati in laboratorio, potrebbero essere decisamente compromessi.

2.5.1.1. Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica (una almeno ogni 1.000 m³ di materiale);
- determinazione del contenuto naturale d'acqua (una ogni giorno);
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332 (una ogni giorno);

Sul materiale trattato, verranno effettuate le seguenti prove:

- Polverizzazione del materiale trattato (una ogni 500 m²);
- CBR (dopo 7 giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua) (una ogni 500 m²).

2.5.1.2. Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali, posti in opera, saranno inoltre accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito (una ogni 1000 m³);
- Prova di carico con piastra circolare (una ogni 1000 m³).

2.5.1.3. Prove di controllo sul piano di posa

Le prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati, sottoposto a stabilizzazione con calce e cemento, avranno la frequenza di una prova ogni 1000 m².

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

2.5.2. Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali da demolizione edile

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

2.5.2.1. Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (CNR BU n° 69);
- determinazione della percentuale di rigonfiamento secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009);
- verifica della sensibilità al gelo (CNR BU n° 80/80), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A);
- prova di abrasione Los Angeles; sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso; Sarà effettuata una prova ogni 500 m³ di materiale da porre in opera.

2.5.2.2. Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito;
- Prova di carico con piastra circolare.

Sarà effettuata una prova ogni 500 m³ di materiale posto in opera.

2.5.3. Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali industriali - scorie

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

2.5.3.1. Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (CNR BU n° 69);
- determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità);
- analisi granulometrica;
- determinazione dell'attività.

La determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità) e del tenore di acqua, la granulometria e l'attività verranno determinate ogni 200 t di materiale.

2.5.3.2 Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito;
- Prova di carico con piastra circolare.

Sarà effettuata una prova ogni 500 m³ di materiale posto in opera.

2.5.4. - Geotessili

La Direzione Lavori potrà, a parità di caratteristiche tra i prodotti proposti dall'Appaltatore, preferire il geotessile non tessuto che presenta una minore deformazione se sottoposto a carichi inferiori a quello di rottura.

I prelievi dei campioni saranno eseguiti a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori; le prove dovranno essere effettuate presso Laboratori qualificati, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori.

Caratteristiche del geotessile tessuto

Si tratta di geotessile tessuto a trama e ordito con funzione di rinforzo, separazione e filtrazione (F+R+S, come riportato nel certificato CE da presentare a cura dell'Appaltatore) realizzato in polipropilene stabilizzato ai raggi UV e costituito da bandelle regolarmente intrecciate tra loro ed avente le seguenti caratteristiche meccaniche e idrauliche:

| CARATTERISTICA | VALORE DI RIF. | NORMA DI RIF. |
|--|----------------|---------------|
| Resistenza a rottura longitudinale e trasversale | > = 100 kN/m | EN ISO 13019 |
| Allungamento a rottura longitudinale e trasversale | < = 16 % | EN ISO 13019 |
| Resistenza a punzonamento statico CBR | > 10 kN | EN ISO 12236 |
| Resistenza a punzonamento dinamico | < 10 mm | EN 918 |
| Apertura caratteristica O ₉₀ (setacciatura a secco) | <= 300 micron | EN ISO 12956 |
| Permeabilità | >= 8 mm/s | EN ISO 11058 |
| Previsione di durabilità minima in terreni con pH compreso tra 4 e 9 e temperatura del terreno < 25° | 25 anni | UNI EN 13249 |
| Prova di esposizione agli agenti | >= 60 %. Tempo | ENV 12224 |

| | | |
|--|---|--------------|
| atmosferici accelerata. Resistenza residua rispetto all'iniziale | massimo di esposizione dopo l'installazione di almeno due settimane | UNI EN 13249 |
| Resistenza all'ossidazione. Resistenza residua rispetto all'iniziale | >= 50 % | EN ISO 13438 |

Caratteristiche del geotessile non tessuto

Si tratta di geotessile non tessuto con funzione di filtrazione e separazione (F+S, come riportato nel certificato CE da presentare a cura dell'Appaltatore), in fibre vergini al 100 % (privo di materiale riciclato post consumatore) di polipropilene stabilizzato ai raggi UV ottenuto per agugliatura meccanica o termosaldatura aventi le seguenti caratteristiche meccaniche e idrauliche:

| CARATTERISTICA | VALORE DI RIF. | NORMA DI RIF. |
|--|--|---------------------------|
| Resistenza a rottura longitudinale e trasversale | >= 18 kN/m | EN ISO 13019 |
| Resistenza a punzonamento CBR | > 2,8 kN | EN ISO 12236 |
| Resistenza a punzonamento dinamico | <= 22 mm | EN 918 |
| Apertura caratteristica al setaccio O ₉₀ a secco | <= 100 micron | EN ISO 12956 |
| Permeabilità verticale | > 30 l/m ² s | EN ISO 11058 |
| Previsione di durabilità minima in terreni con pH compreso tra 4 e 9 e temperatura del terreno < 25° | 25 anni | UNI EN 13249 |
| Prova di esposizione agli agenti atmosferici accelerata. Resistenza residua rispetto all'iniziale | >= 60 %. Tempo massimo di esposizione dopo l'installazione di almeno due settimane | ENV 12224 UNI EN 13249 |
| Resistenza all'ossidazione. Resistenza residua rispetto all'iniziale | >=50 % | EN ISO 13438 |

2.5.5. Controllo scavi

Nel corso dei lavori, al fine di verificare la rispondenza della effettiva situazione geotecnica-geomeccanica con le ipotesi progettuali, la DL, in contraddittorio con l'impresa, dovrà effettuare la determinazione delle caratteristiche del terreno o roccia sul fronte di scavo.

a) Prove di laboratorio

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

Terre:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale di acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità, nell'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- eventuale determinazione delle caratteristiche di resistenza al taglio.

Rocce:

- resistenza a compressione monoassiale.

In presenza di terreni dal comportamento intermedio tra quello di una roccia e quello di una terra, le suddette prove potranno essere integrate al fine di definire con maggior dettaglio la reale situazione geotecnica.

La frequenza delle prove dovrà essere effettuata come segue:

- ogni 500 m³ di materiale scavato e ogni 5 m di profondità dello scavo;
- in occasione di ogni cambiamento manifesto delle caratteristiche litologiche e/o geomeccaniche;
- ogni qualvolta richiesto dalla DL.

b) Prove in sito

Terre:

si dovrà rilevare l'effettivo sviluppo della stratificazione presente, mediante opportuno rilievo geologico-geotecnico che consenta di identificare le tipologie dei terreni interessati, con le opportune prove di identificazione.

Rocce:

si dovrà procedere al rilevamento geologico-geomeccanico, al fine di identificare la litologia presente e la classe geomeccanica corrispondente mediante l'impiego di opportune classificazioni.

Si dovranno effettuare tutte le prove necessarie allo scopo.

Si dovrà in ogni caso verificare la rispondenza delle pendenze e delle quote di progetto, con la frequenza necessaria al caso in esame.

2.5.6. Controllo dreni prefabbricati

a) Controllo dei materiali

Il produttore alleggerà ad ogni lotto una certificazione del prodotto dove saranno riportate le caratteristiche del materiale conformi a quanto specificato dal presente capitolato.

b) Attrezzature d'infissione

L'impresa dovrà presentare, prima dell'inizio dei lavori e per conoscenza, all DL una relazione tecnica riguardante le metodologie scelte per la realizzazione dei dreni e le caratteristiche delle attrezzature.

Qualora si preveda di impiegare sonde a rotazione o a rotopercolazione, la DL dovrà approvare specificatamente l'impiego di tali attrezzature.

Durante la posa in opera dovrà essere redatta una apposita scheda sulla quale dovrà essere riportata la effettiva lunghezza installata per ciascun dreno.

Si dovrà riportare inoltre la posizione planimetrica rispetto agli elaborati di progetto, e che questa non si discosti più di 10 cm dalla suddetta posizione.

2.5.7. Controllo dreni in sabbia

a) Qualifica dei materiali

L'Impresa per ogni lotto fornito, e comunque ogni 100 m³ di sabbia, dovrà effettuare prove granulometriche atte a verificare la conformità della partita alla granulometria specificata negli elaborati progettuali.

In assenza di tali specifiche, si adotterà il fuso riportato nel punto 2.7.8.4. del presente capitolato.

b) Attrezzature d'impiego

Qualora si preveda di impiegare fluidi di perforazione diversi da acqua o additivi di questa, si richiederà l'approvazione specifica della DL.

c) Fase esecutiva

In fase esecutiva per ogni dreno si dovrà compilare una scheda sulla quale verranno riportate:

- discordanza con la posizione di progetto, che comunque non dovrà essere superiore a 10 cm;
- profondità raggiunta dalla perforazione;
- quantitativo complessivo di sabbia immessa;
- caratteristiche della certificazione relativa al lotto di materiale granulare;
- caratteristiche delle attrezzature di perforazione;
- fluido impiegato per la perforazione.

ART. 4**- DEMOLIZIONI -**

INDICE

1.0 - DEMOLIZIONI

1.1 - Murature e fabbricati

1.2 - Idrodemolizioni

1.3 - Demolizione di pavimentazione o massicciata stradale in conglomerato bituminoso

1.0 - DEMOLIZIONI

1.1 - Murature e fabbricati

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), (ponti, viadotti ad arco e non, cavalcavia, scatolari ecc.), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori:

- scalpellatura a mano o meccanica;
- martello demolitore; o clipper
- attrezzature di taglio ad utensili diamantati;
- agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

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

Inoltre l'impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per evitare danni ambientali ed in particolare la caduta di frammenti nei corsi d'acqua (o altre emergenze ambientali) ed il danneggiamento di questi con le strutture provvisionali ed i mezzi d'opera.

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

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7-0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

Per le demolizioni da eseguirsi su autostrada in esercizio, l'impresa dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la Direzione di Tronco, tramite la Direzione Lavori, le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.

In particolare, la demolizione delle travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista, su autostrade in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni.

I materiali di risulta resteranno di proprietà dell'Impresa la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanarli e di trasportare a discarica quelli rifiutati.

1.2 - Idrodemolizioni

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

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

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

Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico.

Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro (D.lgs 626/94, D.Lgs 494/96, ecc.) alle quali l'impresa dovrà uniformarsi in sede operativa.

1.3 - Demolizione di pavimentazione o massicciata 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 massiciata 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.

ART. 5

- MURATURE -

INDICE

- 1.0. MURATURE
- 1.1. Murature di mattoni
- 1.2. Murature di pietrame a secco
- 1.3. Murature di pietrame e malta
- 1.4. Murature di calcestruzzo con pietrame annegato (Calcestruzzo ciclopico)
- 1.5. Murature in pietra da taglio
- 1.6. Malte
- 1.7. Intonaci e applicazioni protettive delle superfici in calcestruzzo

1.0. Murature

Con tale denominazione si indicheranno le seguenti possibili tipologie:

- murature di mattoni;
- murature di pietrame a secco;
- murature di pietrame e malta;
- murature di calcestruzzo con pietrame annegato;
- murature in pietra da taglio;

1.1. Murature di mattoni

I materiali, all'atto dell'impiego, dovranno essere abbondantemente bagnati per immersione sino a sufficiente saturazione.

Essi dovranno essere messi in opera a regola d'arte, con le connessure alternate in corsi ben regolari, saranno posti sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rimonti all'ingiro e riempia tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 1 cm, né minore di 1/2 cm.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto si dovrà aver cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di migliore cottura a spigolo vivo, meglio formati e di colore uniforme, disponibili con perfetta regolarità di piani a ricorrere ed alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di mm 5 e, previa la loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica e diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavature.

1.2. Murature di pietrame a secco

La muratura di pietrame a secco dovrà essere eseguita con pietre ridotte col martello alla forma più che sia possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che contrastino e si concatenino fra loro il più possibile scegliendo per i paramenti quelle di dimensioni non inferiori a cm 20 di lato, e le più adatte per il migliore combaciamento.

Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali. Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie, soltanto per appianare i corsi e riempire interstizi fra pietra e pietra.

Per i cantonali si useranno le pietre di maggiori dimensioni e meglio rispondenti allo scopo. La rientranza delle pietre del paramento non dovrà mai essere inferiore all'altezza del corso. Inoltre si disporranno frequentemente pietre di lunghezza tale da penetrare nello spessore della muratura.

A richiesta della Direzione dei Lavori l'impresa dovrà lasciare opportune feritoie regolari e regolarmente disposte, anche in più ordini, per lo scolo delle acque.

La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno, in controripa, o comunque isolati, sarà sempre coronata con una copertina di muratura di malta o di calcestruzzo, delle dimensioni che, di volta in volta, verranno fissate dalla Direzione dei Lavori.

1.3. Murature di pietrame e malta

La muratura di pietrame con malta cementizia dovrà essere eseguita con elementi di pietrame delle maggiori dimensioni possibili e, ad ogni modo, non inferiore a cm 25 in senso orizzontale, cm 20 in senso verticale e cm 30 di profondità.

Per i muri di spessore di cm 40 si potranno avere alternanze di pietre minori.

Le pietre, prima del collocamento in opera, dovranno essere diligentemente pulite ove occorra, a giudizio della Direzione dei Lavori, lavate.

Nella costruzione della muratura, le pietre dovranno essere battute col martello e rinzeppate diligentemente con scaglie e con abbondante malta, così che ogni pietra resti avvolta dalla malta stessa e non rimanga alcun vano od interstizio. In assenza di specifiche indicazioni progettuali la malta verrà dosata con Kg 350 di cemento per ogni m³ di sabbia.

Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta);
- a mosaico grezzo;
- con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;

- con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta), il pietrame dovrà essere scelto diligentemente e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate e adattate col martello, in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm 10.

Nel paramento a mosaico grezzo, le facce viste dei singoli pezzi dovranno essere ridotte, col martello a punta grossa, a superficie piana poligonale; i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento a corsi pressoché regolari, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadriati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 millimetri.

Nel paramento a corsi regolari, i conci dovranno essere resi perfettamente piani e squadriati, con la faccia vista rettangolare, lavorata a grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiori di cm 5.

La Direzione dei Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari del paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno due terzi della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di cm 15 nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a cm 30; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di cm 20.

In entrambi i paramenti a corsi, lo spostamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di cm 10 e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere e da qualche altra materia estranea, lavandole a grande acqua e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciviandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

Il nucleo della muratura dovrà essere costruito sempre contemporaneamente ai rivestimenti esterni.

Riguardo al magistero ed alla lavorazione della faccia vista in generale, ferme restando le prescrizioni suindicate, viene stabilito che l'Appaltatore è obbligato a preparare, a proprie cure e spese, i campioni delle diverse lavorazioni per sottoporli all'approvazione del Direttore dei Lavori, al quale spetta esclusivamente giudicare se esse corrispondano alle prescrizioni del presente articolo. Senza tale approvazione l'Appaltatore non può dar mano alla esecuzione dei paramenti delle murature di pietrame.

1.4. Murature di calcestruzzo con pietrame annegato (Calcestruzzo ciclopico)

Quando la Direzione dei Lavori l'avrà preventivamente autorizzato mediante ordine di servizio, potrà essere impiegato per determinate opere murarie (muri di sostegno, sottoscarpa, riempimento di cavi o pozzi di fondazioni, briglie, ecc.) pietrame annegato nel calcestruzzo, sempre però di dimensioni mai superiori a 1/3 dello spessore della muratura. Il pietrame dovrà presentarsi ben spigolato, scevro da ogni impurità, bagnato all'atto dell'impiego e non dovrà rappresentare un volume superiore al 40% del volume della muratura.

1.5. Murature in pietra da taglio

La pietra da taglio nelle costruzioni delle diverse opere dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata norma delle prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi:

- a grana grossa;
- a grana ordinaria;
- a grana mezzo fina;

- a grana fina.

Per pietra da taglio a grana grossa si intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza far uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti.

Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi.

La pietra da taglio si intenderà infine lavorata a grana mezzo fina e a grana fina, secondo che le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani o a denti finissimi.

In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati, in modo che le connesure fra concio e concio non eccedano la larghezza di mm 5 per la pietra a grana ordinaria e di mm 3 per le altre.

Prima di cominciare i lavori, qualora l'amministrazione non abbia già provveduto in proposito ed in precedenza dell'appalto, l'Appaltatore dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari generi di lavorazione della pietra da taglio e sottoporli per l'approvazione alla Direzione dei Lavori, alla quale esclusivamente spetterà giudicare se essi corrispondano alle prescrizioni.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fina. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse difetti verrà rifiutata, e l'Appaltatore sarà in obbligo di farne l'immediata surrogazione, anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero, sia al momento della posa in opera, sia dopo e sino al collaudo.

Le forme e dimensioni di ciascun concio in pietra da taglio dovranno essere perfettamente conformi ai disegni dei particolari consegnati all'Appaltatore, od alle Istruzioni che all'atto dell'esecuzione fossero eventualmente date dalla Direzione dei Lavori. Inoltre, ogni concio dovrà essere sempre lavorato in modo da potersi collocare in opera secondo gli originali letti di cava.

Per la posa in opera si potrà fare uso di zeppe volanti, da togliere però immediatamente quando la malta rifluisce nel contorno della pietra battuta a mazzuolo sino a prendere la posizione voluta.

La pietra da taglio dovrà essere messa in opera con malta dosata a Kg. 400 di cemento normale per metro cubo di sabbia e, ove occorra, i diversi conci dovranno essere collegati con grappe ed arpioni di rame, saldamente suggellati entro apposite incassature praticate nei conci medesimi.

Le connesure delle facce viste dovranno essere profilate con cemento a lenta presa, diligentemente compresso e lisciato mediante apposito ferro.

1.6 Malte

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte ed i rapporti di miscela, corrisponderanno alle prescrizioni delle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione dei Lavori. La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare alle Norme UNI 7927-78.

Di norma, le malte per muratura di mattoni saranno dosate con Kg 400 di cemento per m³ di sabbia e passate al setaccio ad evitare che i giunti tra mattoni siano troppo ampi; le malte per muratura di pietrame saranno dosate con Kg 350 di cemento per m³ di sabbia; quelle per intonaci con Kg 400 di cemento per m³ di sabbia e così pure quelle per la stuccatura dei paramenti delle murature.

Il dosaggio dei materiali e dei leganti verrà effettuato con mezzi meccanici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa dovrà fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui che non avessero immediato impiego saranno portati a rifiuto.

1.7 Intonaci e applicazioni protettive delle superfici in calcestruzzo

In linea generale, per le strutture in calcestruzzo non verranno adottati intonaci, perché le casseforme dovranno essere predisposte ed i getti dovranno essere vibrati con cura tale che le superfici di tutte le predette strutture dovranno presentare aspetto regolare e non sgradito alla vista.

Gli intonaci, quando fosse disposto dalla Direzione dei Lavori, verranno eseguiti dopo accurata pulizia, bagnatura delle pareti e formazione di fasce di guida in numero sufficiente per ottenere la regolarità delle superfici.

A superficie finita non dovranno presentare screpolature, irregolarità, macchie; le fasce saranno regolari ed uniformi e gli spigoli eseguiti a regola d'arte.

Sarà cura dell'Impresa mantenere umidi gli intonaci eseguiti quando le condizioni locali lo richiedono.

1.7.1 Intonaci eseguiti a mano

Nelle esecuzioni di questo lavoro verrà applicato un primo strato di circa 12 mm di malta (rinzaffo), gettato con forza in modo da aderire perfettamente alla muratura. Quando questo primo strato sarà alquanto consolidato, si applicherà il secondo strato che verrà steso con la cazzuola e regolarizzato con il fratazzo.

Lo spessore finito dovrà essere di mm 20; qualora però, a giudizio della Direzione dei Lavori, la finitura dei getti e delle murature lo consenta, potrà essere limitato a mm 10 e in tal caso applicato in una volta sola

1.7.2 Intonaci eseguiti a spruzzo (gunita)

Prima di applicare l'intonaco l'Impresa avrà cura di eseguire mediante martelli ad aria compressa, muniti di appropriato utensile, la "spicconatura" delle superfici da intonacare, alla quale seguirà un efficace lavaggio con acqua a pressione ed occorrendo sabbiatura ad aria compressa.

Le sabbie da impiegare saranno silicee, scevre da ogni impurità ed avranno un appropriato assortimento granulometrico preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori.

La malta sarà di norma composta di Kg.500 di cemento normale per m³ di sabbia, salvo diverse prescrizioni della Direzione dei Lavori.

L'intonaco potrà avere lo spessore di mm 20 o 30 e sarà eseguito in due strati, il primo dei quali sarà rispettivamente di mm 12 o 18 circa. Il getto dovrà essere eseguito con la lancia in posizione normale alla superficie da intonacare e posta a distanza di 80 ÷ 90 cm dalla medesima. La pressione alla bocca dell'ugello di uscita della miscela sarà di circa 3 atmosfere.

Qualora si rendesse necessario, la Direzione dei Lavori potrà ordinare l'aggiunta degli idonei additivi per le qualità e dosi di volta in volta verranno stabilite, od anche l'inclusione di reti metalliche elettrosaldate in fili d'acciaio, di caratteristiche che saranno precisate dalla Direzione dei Lavori.

In quest'ultimo caso l'intonaco potrà avere spessore di mm 30 ÷ 40.

Quando l'intonaco fosse eseguito in galleria e si verificassero delle uscite d'acqua, dovranno essere predisposti dei tubetti del diametro di 1 pollice.

Questi ultimi saranno asportati una settimana dopo e i fori rimasti saranno chiusi con malta di cemento a rapida presa.

1.7.3 Applicazioni protettive delle superfici in calcestruzzo

Qualora la Direzione dei Lavori lo ritenga opportuno, potrà ordinare all'Impresa l'adozione di intonaci idrofughi o di sostanze protettive delle superfici dei calcestruzzi.

ART. 6

- ACCIAIO -

INDICE

- 1.0 GENERALITÀ
- 2.0 Collaudo tecnologico dei materiali
- 3.0 Collaudo dimensionale e di lavorazione
- 4.0 Montaggio
- 5.0 Prove di carico e collaudo statico delle strutture in acciaio

1.0 GENERALITÀ

Le strutture in carpenteria metallica dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto:

D.M. 14.01.2008

Nuove norme tecniche per le costruzioni

EN1993 Eurocode 3

Design of steel structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings. Part 1-2: Steel bridges. Part 1-5: Plated structural elements.

EN 1994 Eurocode 4

Part 1. Design of composite steel and concrete structures. Part 2: Composite steel and concrete bridges.

Cir. Min. LL.PP. n.34233 25.02.91

Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali

CNR 10016/00 N. 194

Strutture composte di acciaio e calcestruzzo – Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni.

CNR 10011/88

Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione

CNR 10030/87

Anime irrigidite di travi a parete piena

UNI EN 10025

Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali

UNI EN 10204

Prodotti metallici - Tipi di documenti di controllo

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della D.L.;

a) il progetto costruttivo delle opere e la relazione completa dei calcoli giustificativi di tutti gli elementi della costruzione durante le fasi di montaggio nonché le luci di influenza delle deformazioni elastiche nei punti della struttura preventivamente concordata con la D.L.

Nel progetto costruttivo dovranno essere completamente definiti tutti i particolari costruttivi elencati nelle norme sopracitate.

Nella relazione di calcolo dovranno essere indicate le modalità di montaggio dell'opera, specificando il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi del montaggio;

b) tutte le indicazioni necessarie all'esecuzione delle opere di fondazione e alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle medesime.

I progetti costruttivi dovranno essere redatti a cura e spese dell'Impresa e dovranno corrispondere a tipi e norme stabiliti dalla D.L. oltre che a tutte le disposizioni di legge e norme ministeriali vigenti in materia.

Per quanto concerne il progetto della saldatura (tipologia dei cordoni di saldatura, elettrodi impiegati, preparazione dei lembi, metodologia di esecuzione, ecc.), è fatto obbligo all'Impresa di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o del R.I.N.A. (Registra Italiano Navale) con sede a Genova che dovrà redigere apposita relazione da allegare al progetto.

In sede di approvazione dei progetti, la D.L. stabilirà in particolare i tipi e la estensione dei controlli sulle saldature in conformità a quanto stabilito dalla normativa, e tenuto conto di quanto prescritto al riguardo nella relazione.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e pesi teorici di ciascun elemento costituente la struttura .

L'Impresa, inoltre, deve far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali che intende impiegare, la loro provenienza, avuto riferimento alle distinte di cui sopra.

Tipologia di acciaio

L'acciaio da utilizzare per le strutture metalliche sarà del tipo EN10025 S355J2W (tipo Corten) e dovrà avere caratteristiche chimiche, meccaniche e tecnologiche corrispondenti a quanto previsto dalle Norme UNI EN 10025. In particolare l'acciaio impiegato dovrà essere saldabile.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova e le condizioni di fornitura dei materiali sono quelle previste dalla norma UNI EN 10025.

La fornitura dovrà essere accompagnata, in particolare, dalla seguente documentazione:

- certificato di collaudo secondo UNI EN 10204;
- dichiarazione di qualificazione del prodotto, ai sensi delle norme tecniche richiamate (UNI EN 10025), e del soddisfacimento di tutte le prescrizioni normative, con allegati gli estremi del marchio e la copia del relativo certificato del laboratorio ufficiale.

Con riferimento ai punti 5 e 13 della normativa UNI EN 10025-5, si precisa quanto segue:

| applicabile | opzione |
|-------------|---|
| SI | 1) Il procedimento di lavorazione dell'acciaio deve essere indicato (vedere punto 6.1). |
| SI | 2) L'analisi di prodotto deve essere eseguita; il numero di campioni e gli elementi da determinare devono essere quelli concordati (vedere punti 7.2.2, 8.3.3 e 8.4.2). |
| NO | 3) Le caratteristiche di resilienza del tipo d'acciaio S355, classe WP, devono essere verificate (vedere punti 7.3.2.2 e 8.4.2). |
| NO | 4) I prodotti delle qualità J2 e K2 devono essere conformi ad una delle caratteristiche migliorate perpendicolari alla superficie della EN 10164 (vedere punto 7.3.3). |
| SI | 6) Per prodotti piani di spessori =6 mm, la mancanza di difetti interni deve essere verificata in conformità alla EN 10160 (vedere punti 7.6 e 10.3). |
| SI | 7) Per travi ad "H" con flange parallele e travi IPE, la mancanza di difetti interni deve essere verificata in conformità alla EN 10306 (vedere punti 7.6 e 10.3). |
| NO | 8) Per le barre, la mancanza di difetti interni deve essere verificata in conformità alla EN 10308 (vedere punti 7.6 e 10.3). |
| SI | 9) Il controllo delle condizioni superficiali e delle dimensioni deve essere attestato dal committente presso la sede del produttore (vedere punto 8.2). |
| SI | 10) Il tipo di marcatura richiesta (vedere punto 11). |
| | In aggiunta alle opzioni della EN 10025-1:2004, si applicano le seguenti opzioni per i prodotti conformi alla EN 10025-5: |
| NO | 11c) Lamiere sottili, lamiere, larghi piatti e prodotti piani (larghezza <150 mm) con uno spessore nominale =20 mm devono essere adatti alla bordatura senza formazione di cricche (vedere punto 7.4.2.2). |
| NO | 13) Per i prodotti piani della qualità J2 e K2, per ogni lamiera o rotolo originario, si devono verificare soltanto le caratteristiche di resilienza (vedere punto 8.3.2.2). |
| SI | 14) Per i prodotti piani della qualità J2 e K2, per ogni lamiera o rotolo originario, si devono verificare le caratteristiche di resilienza e le caratteristiche di resistenza a trazione (vedere punto 8.3.2.2). |
| NO | 15) Per le lamiere e i larghi piatti per le discontinuità superficiali ammissibili e per la riparazione dei difetti superficiali mediante molatura e/o saldatura, si applica un'altra classe rispetto alla classe A, sottoclasse 1 della EN 10163-2 (vedere punto 7.5.2). |
| NO | 16) Per i profilati per le discontinuità superficiali ammissibili e per la riparazione dei difetti superficiali mediante molatura e/o saldatura, si applica un'altra classe rispetto alla classe C, sottoclasse 1 della EN 10163-3 (vedere punto 7.5.3). |
| NO | 17) Per le barre e le vergelle per le discontinuità superficiali ammissibili e per la riparazione dei difetti superficiali mediante molatura e/o saldatura, si applica un'altra classe rispetto alla classe A della EN 10221 (vedere punto 7.5.4). |
| NO | 18) Altre tolleranze, diverse dalla classe A della EN 10029, si applicano per le lamiere laminate a caldo (vedere punto 7.7.1). |
| NO | 19a) La condizione di fornitura +N o +AR è richiesto (vedere punto 6.3). |
| NO | 19b) La condizione di fornitura +AR è richiesto con una verifica delle caratteristiche meccaniche su campioni normalizzati (vedere punto 7.3.1.3). |
| NO | 21) La grossezza del grano deve essere verificata per i prodotti delle qualità J2 e K2 con spessore nominale <6 mm (vedere punto 7.3.2.3). |

I numero di campioni da sottoporre a prove di laboratorio sarà a discrezione del Direttore dei Lavori che potrà eseguire il prelievo in officina di fabbricazione degli elementi metallici od in cantiere. I campioni (sui quali dovrà essere presente la marcatura prevista delle leggi vigenti) saranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa ed inviati a cura della Direzione Lavori, ed a spese dell'Impresa, ad un Laboratorio ufficiale per essere sottoposti alle prove per la verifica delle caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche dell'acciaio fornito.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera di ciascuna partita soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 14/01/2008.

Collegamenti bullonati

I collegamenti bullonati dovranno essere eseguiti con viti di classe 10.9 e dadi di classe 10, rosette in Acciaio C50 (UNI 7845) temprato e rinvenuto HRC 32-40.

I bulloni in vista dovranno essere verniciati con colore da campionare a cura della Direzione Lavori.

Collegamenti saldati

Tutti i collegamenti saldati sono previsti a completa penetrazione di prima classe.

E' prevista la saldatura automatica ad arco sommerso in atmosfera di gas inerte, per la realizzazione di saldature correnti (a sviluppo rettilineo) con eventuale uso, ove prescritto dalla Direzione dei Lavori, di sostegno con piatto ceramico, e saldature manuali ad arco con elettrodi basici rivestiti per i restanti collegamenti. I requisiti generali di saldatura ad arco per gli acciai specificati sono indicati nella EN 1011-2.

La fornitura dovrà essere accompagnata dai certificati relativi all'esame radiografico eseguito in officina.

Il Direttore dei lavori potrà ordinare ulteriori controlli radiografici, magnetici e ultrasuoni, da eseguirsi in cantiere.

Se si utilizza un metallo d'apporto senza resistenza migliorata alla corrosione atmosferica, occorre assicurarsi che la saldatura stessa sia resistente alle intemperie.

Prima di eseguire la saldatura, tutti gli eventuali strati superficiali formati dovrebbero essere rimossi fino ad una distanza da 10 mm a 20 mm dai bordi di giunzione.

2.0 COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni.

A tale scopo è fatto obbligo all'Impresa di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo.

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali.

Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Impresa.

Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Impresa, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Di questo verbale sarà consegnato l'originale alla Direzione Lavori.

Un'altra copia sarà conservata dall'Impresa che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo.

Ogni volta che le partite di materiale metallico destinato alla costruzione delle travi perverranno agli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Impresa darà comunicazione alla Direzione dei Lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, l'acciaieria di provenienza, la destinazione costruttiva, i risultati dei collaudi interni.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno.

Le prove e le modalità di esecuzione saranno quelle prescritte dalla UNI EN 10025.

3.0 COLLAUDO DIMENSIONALE E DI LAVORAZIONE

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina (a cura e spese dell'impresa), totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'Impresa.

CODICE COMMESSA: ACSF291C.000\C- CODICE DOCUMENTO: Y0010RZ0.DOC- OPERATORE: IM

Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, da convenirsi secondo i criteri di cui sopra, di un solo prototipo per ogni tipo.

In tale occasione la Direzione dei Lavori procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati. Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, l'Impresa informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse. Entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere. Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ogni una delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali. I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

4.0 MONTAGGIO E VARO

Il montaggio e varo in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo è previsto nella relazione di calcolo redatta dall'impresa appaltatrice.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovraccaricate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone, oltre la tolleranza prevista dalla normativa, 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 sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questa venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per ogni unione con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione dei 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 dell'esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei Lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo la zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

5.0 PROVE DI CARICO E COLLAUDO STATICO DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO

Prima di sottoporre le strutture in acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e, di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Impresa.

ART. 7

- VERNICIATURE-

INDICE

| | |
|-------------|---|
| 1.0 | Generalità |
| 2.0 | Trattamento protettivo e verniciatura |
| 3.0 | Specifiche dei lavori di preparazione delle superfici metalliche |
| 4.0 | Caratteristiche del nuovo ciclo anticorrosivo per elementi tubolari |
| 5.0 | Caratteristiche del nuovo ciclo anticorrosivo |
| 6.0 | Tecniche di applicazione del ciclo di pitturazione |
| 7.0 | Applicazione della pittura di fondo |
| 8.0 | Applicazione delle pitture intermedia e di finitura |
| 9.0 | Modifica del sistema di verniciatura |
| 10.0 | Materiali |
| 11.0 | Stoccaggio di materiali |
| 12.0 | Trattamento e smaltimento dei rifiuti |
| 13.0 | Attrezzatura |
| 14.0 | Trasporto |
| 15.0 | Esecuzione dei lavori |
| 16.0 | Controllo qualità dei lavori |
| 17.0 | Caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) del ciclo di verniciature anticorrosive |
| 18.0 | Prove di accettazione dei prodotti |
| 19.0 | Collaudo dei lavori |

1.0 - Generalità

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante il ciclo di pitturazione definito nel presente articolo.

I ciclo di verniciatura sarà preceduto da un'adeguata preparazione della superficie da trattare secondo le disposizioni impartite nei paragrafi successivi e le eventuali indicazioni fornite di volta in volta dalla Direzione dei Lavori.

2.0 – Trattamento protettivo e verniciatura

Le fasi previste sono, con le specifiche e le modalità riportate agli articoli successivi, le seguenti:

- sgrassaggio delle superfici
- lavaggio della costruzione
- preparazione delle superfici (sabbatura e spolveratura)
- applicazione di pittura di fondo
- applicazione di pittura intermedia
- applicazione della prima pittura di finitura

Definizioni di base

| | |
|----------------------------------|--|
| Termine di scadenza del prodotto | Termine entro il quale la vernice, dopo la mescolatura dei componenti, è adatta all'applicazione sul supporto |
| Pittura | vernice pigmentata che forma un rivestimento coprente e che svolge soprattutto una funzione protettiva. |
| Pittura di fondo | pittura che forma un rivestimento di fondo, e che mostra una capacità di prevenzione della corrosione dei metalli grazie al contenuto di |
| Viscosità convenzionale | tempo, misurato in secondi, dell'efflusso di vernice o smalto dal bicchiere (Ford 4) con il diametro del foro di fuoriuscita di 4 mm. |
| Pittura di finitura | strati di vernice o smalto applicati sulla pittura di fondo, al fine di impermeabilizzarla e renderla resistente agli agenti aggressivi presenti nell'atmosfera e ai danneggiamenti meccanici. |
| Punto di rugiada | Temperatura alla quale sulla superficie dell'oggetto appaiono gocce d'acqua, come risultato della condensazione del vapore contenuto nell'aria dopo l'irradiazione del calore dal supporto oppure dopo l'afflusso di aria calda e umida sul supporto più freddo. |
| Solvente | liquido volatile che può essere aggiunto alla vernice o smalto al fine di ridurre la viscosità fino al valore previsto per il prodotto specifico. |
| Protezione anticorrosiva | tutti i mezzi utilizzati volutamente per aumentare la resistenza delle costruzioni o dei loro elementi all'azione di corrosione. |
| Supporto o Substrato | Superficie solida destinata a ricevere il ciclo di pittura previsto. |
| Stripe-coat: | Mano addizionale di pittura applicata su zone di difficile accesso e su saldature, spigoli, bordi, bulloni, dadi, ecc. per assicurare anche su queste zone il corretto spessore del film e un'adeguata protezione anticorrosiva |
| Condizioni termo-igrometriche | Le condizioni climatiche che si incontrano e si rilevano nel corso dei lavori di preparazione della superficie e di applicazione della pittura. |
| Scheda tecnica del prodotto | Documento emesso dal produttore di pittura nel quale sono riportate le caratteristiche del prodotto, le tecniche d'impiego, le istruzioni per l'applicazione e per l'immagazzinamento. |
| Scheda di sicurezza | Documento pubblicato dal produttore di pittura in conformità a quanto previsto dal Ministero della Sanità con DM 50 del 16 febbraio 1993. |
| DFT (Dry Film Thickness) | Spessore secco del rivestimento presente sulla superficie dopo la completa essiccazione del prodotto. |

| | |
|-------------------------------|--|
| WFT (Wet Film Thickness) - | Spessore bagnato del rivestimento presente sulla superficie al momento della sua applicazione. |
| Top-coat | Strato di pittura finale, con caratteristiche sia di effetto barriera che con caratteristiche estetiche. |

3.0 - Specifiche dei lavori di preparazione delle superfici metalliche

La preparazione superficiale per le aree che saranno verniciate dovrà essere oggetto di grande cura e meticolosità. Da queste operazioni di preparazione superficiale dipende il 100% della qualità e della affidabilità delle operazioni successive. Vengono di seguito elencate le caratteristiche richieste per garantire la qualità operativa. Tutte le superfici da pitturare dovranno essere pulite sino ad ottenere una superficie con caratteristiche conformi ai requisiti richiesti per la applicazione.

Sgrassaggio

Prima di qualsiasi preparazione della superficie (sabbatura, preparazione meccanica, ecc.) ogni traccia di olio, grasso e sostanze untuose dovrà essere rimossa con idonei detergenti. Non dovranno essere usati petrolio, kerosene, nafta o altri solventi grassi.

Lavaggio

Il lavaggio della superficie va eseguito con acqua (preferibilmente calda) e detersivo (per es. in quantità variabili dallo 0,1 allo 0,5% in peso dell' Impurex 91/R o di altro prodotto analogo) e con l'impiego di apparecchiature ad alta pressione min. 20 Mpa, e successivo risciacquo con acqua senza detergenti. Nel caso di uno strato molto spesso di prodotti di corrosione e la presenza delle vecchie pitture, occorre lavare le superfici dopo la pulizia preliminare. Prima dell'applicazione di qualsiasi mano di pittura, la quantità di sali solubili (cloruri) sulle superfici non dovrà essere superiore a 3 pg/cm² (microgrammi per centimetro quadrato). L'estrazione dei contaminanti dalla superficie dovrà essere eseguita in accordo con la norma ISO 8502-6. La determinazione delle quantità di sali solubili dovrà essere eseguita, a carico dell'Impresa, in accordo con la norma ISO 8502-9 od in alternativa con la norma ISO/DIS 8502-10.

Preparazione delle superfici

Le superfici vanno sabbate fino al grado Sa 2½ (ISO8501/1) e spolverate.

Occorre controllare che sulla superficie non ci siano residui cementizi.

Qualora si notassero, la superficie va spazzata ancora una volta usando finissima sabbia di fiume. Dalla superficie d'acciaio dovrebbero essere rimosse le sporgenze appuntite che rendono impossibile l'ottenimento degli spessori specificati dei rivestimenti. Le zone con interstizi devono essere trattate con inibitori.

Nei punti dove si è formata eventuale ruggine, bisogna effettuare il lavaggio dopo la pulizia preliminare della superficie.

La preparazione della superficie non dovrà essere eseguita su zone umide o che possano diventare umide prima dell'applicazione della mano di pittura richiesta.

Pertanto, l'applicazione della pittura dovrà essere eseguita entro 12 ore dall'esecuzione della sabbatura. Tempi superiori potranno essere concessi dalla direzione lavori in funzione delle condizioni atmosferiche del momento.

Dalla superficie dell'acciaio occorre rimuovere le sporgenze appuntite che rendono impossibile l'ottenimento degli specifici spessori delle pitture.

Se saranno necessarie operazioni di saldatura bisognerà rimuovere: scorie, fumi e residui di saldatura. Inoltre sarà necessario molare tutti gli spigoli, portando questi ad avere un raggio di curvatura di 5 mm, per evitare sottospessori di pittura in questi punti.

Per superfici limitate, e dopo approvazione del Committente, si potrà eseguire preparazione superficiale con utensili meccanici (dischi abrasivi) in accordo con la norma ISO 8504-3. Il grado di finitura dovrà essere sempre conforme alla norma ISO 8501-1 St3.

E' richiesto il profilo del supporto "fine" secondo ISO 8503-2.

Grado di spolveratura del supporto.

Occorre spolverare con gli aspiratori industriali e ottenere il grado richiesto non superiore a 3 secondo ISO 8502-3:1992.

Esigenze riguardanti la purezza dalle sostanze ioniche della superficie.

Nel caso di un veloce ritorno della corrosione sulla superficie, occorre controllare il livello delle sostanze ioniche. Dopo l'eliminazione delle sostanze ioniche con il metodo a tampone, la conduzione delle sostanze ioniche diluite nell'acqua non può superare 15,0 mS/m.

In caso contrario il lavaggio dovrà essere ripetuto con costi a carico dell'Appaltatore.

4.0 – Caratteristiche del nuovo ciclo anticorrosivo per elementi tubolari

Per gli elementi tubolari oltre al normale trattamento protettivo di verniciatura descritto nei paragrafi seguenti è previsto prima un trattamento di zincatura a caldo per immersione.

Qualità degli acciai da zincare a caldo

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03÷0,04% oppure compreso nell'intervallo 0,15÷0,25%.

Trattamento preliminare

Comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento a 400÷430 K.

Immersione in bagno di zinco

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI 2013/74, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.

Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710÷723 K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.

Il tempo di immersione dei tubolari nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m² di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 µm ±10%.

Finitura ed aderenza del rivestimento

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.

Dovrà essere aderente al tubolare in modo da non poter essere rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Elementi eventualmente incollati assieme dopo la zincatura e che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

Verifiche

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max di 25 t.

Oltre alle prove previste ai precedenti punti, dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni delle presenti Norme Tecniche. In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Impresa ad un'accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura in officina prima del trattamento di verniciatura di seguito descritto.

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate e l'Impresa dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese.

Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI 5741/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a 610 g/m² ±10% la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a 610 g/m² -10% la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI 5743/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.

Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata;
- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma sarà applicata una penale al lotto che non possiede i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura ed a spese dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

Certificazioni

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, di cui all'Allegato 4 delle Norme di cui al DM in vigore dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove è effettuato il trattamento di zincatura.

Lavorazione

Dovranno essere previsti appositi fori di entrata ed uscita dello zinco fuso dal tubolare.

Successivamente all'applicazione dello strato di zinco la superficie esterna degli elementi tubolari va preparata per l'applicazione del trattamento di verniciatura descritto nei paragrafi seguenti ed in particolare:

Preparazione della superficie di elementi preventivamente Zincati a Caldo

Le superfici zincate dovranno essere completamente esenti da untuosità, grassi ecc., e dovranno presentare una superficie leggermente irruvidita.

Questo obiettivo è raggiungibile con le seguenti procedure:

- a) sgrassaggio secondo SSPC-SP1. Lo sgrassaggio può essere effettuato con solventi o con detergenti alcalini e risciacquo con acqua. Il secondo sistema è preferibile. Lo sgrassaggio può anche essere effettuato con vapore.
- b) "sand sweep" cioè leggera sabbiatura di irruvidimento. Il trattamento deve essere tale da non asportare, neppure localmente, la zincatura protettiva.

5.0 – Caratteristiche del nuovo ciclo anticorrosivo

Le caratteristiche di composizione dei cicli da applicare sono di seguito indicate.

1° strato

Mano di fondo con prodotto epossipoliammidico modificato bicomponente ad alto solido (75% di solidi in volume) applicabile ad alto spessore in una sola mano.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

| | |
|----------------------|-------------------------------|
| - tipo di legante | epossipoliammidico modificato |
| - tipo di pigmento | lamine di alluminio |
| - solidi in volume % | 75 |
| - spessore film | 200 μ m |

2° strato

Mano intermedia con prodotto epossipoliammidico bicomponente pigmentata con fosfato di zinco, applicabile ad alto spessore in una sola mano:

| | |
|----------------------|--------------------|
| - tipo di legante | epossipoliammidico |
| - tipo di pigmento | fosfato di zinco |
| - solidi in volume % | 54 % |
| - spessore del film | 100 μ m |

3° strato

Mano a finire con prodotto poliuretano alifatico bicomponente pigmentata con fosfato di zinco, applicabile ad alto spessore in una sola mano:

| | |
|---------------------|---------------------------------|
| - tipo di legante | poliuretano alifatico |
| - tipo di pigmento | a scelta della Direzione Lavori |
| - solidi in volume% | 50 % |
| - spessore del film | 60 μ m |

Tabella 1:Ciclo di verniciatura

| | 1° strato | 2° strato | 3° strato |
|---------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------|
| Tipo di legante | epossipoliammidico modificato | epossipoliammidico | poliuretano alifatico * |
| Tipi di pigmento | lamine di alluminio | fosfato di zinco | a scelta della DL |
| solidi in volume % | 75% | 54% | 50% |
| Spessore del film.. | 200 μ m | 100 μ m | 60 μ m * |

* Qualora fosse scelto per la pittura di finitura un colore nella tonalità gialla, arancione oppure rossa, occorre applicare la pittura in due strati, ciascuno dello spessore di 40 μ m.

Il colore dovrà essere concordato con la Direzione Lavori previa realizzazione di alcune prove campione a cura ed onere dell'Appaltatore.

Il sistema anticorrosivo, con gli spessori previsti degli strati di vernice, deve assicurare la durata della protezione per più di 15 anni.

Il tempo minimo fino all'applicazione della ripresa successiva alla temperatura di 20°C non può essere inferiore alle 12 ore.

6.0 – Tecniche di applicazione del ciclo di pitturazione

Generalità

L'applicazione delle pitture specificate nella Tabella 1 deve essere effettuata in conformità alle raccomandazioni fornite dai Produttori nelle Schede Tecniche dei prodotti.

I colori di ogni strato applicato devono essere significativamente diversi tra loro.

Dopo la pittura di fondo bisogna eseguire una applicazione detta stripe-coat , cioè applicare un ulteriore strato di vernice di colore diverso dal top-coat, sulle superfici dei bordi, rivetti, saldature, rovesci, asole, laddove di solito non si ottiene uno spessore desiderato. Tali ritocchi localizzati dovrebbero essere eseguiti con un altro colore della vernice rispetto alla pittura principale. Nello stesso modo bisogna eseguire la stripe coat dopo l'applicazione della pittura intermedia.

Il colore della pittura intermedia deve essere scelta in modo che sia facilitata la copertura della superficie con la pittura di finitura. Qualora fosse scelto per la pittura di finitura un colore nella tonalità gialla, arancione oppure rossa, occorre applicare la pittura in due strati, ciascuno dello spessore di 40 μ m.

Raccomandazioni

Prima dell'applicazione di ogni mano di pittura, tutte le superfici dovranno essere completamente asciutte e prive di ruggine, grasso, olio, sporcizia, sali solubili e di qualsiasi altro materiale estraneo. Saranno seguite le raccomandazioni riportate nelle schede tecniche di ciascun prodotto del Produttore di pittura con particolare attenzione ai seguenti aspetti:

- potranno essere usati unicamente i diluenti specificati e le relative istruzioni per la diluizione;
- tutte le pitture dovranno essere mescolate per un periodo sufficiente a garantire la perfetta miscelazione del pigmento e del veicolo e, per i prodotti bicomponenti, della base con il catalizzatore, per ogni singola mano si dovranno rispettare i tempi minimi e massimi di ricopertura, durante l'essiccazione, così come durante l'applicazione, si dovranno seguire minuziosamente le istruzioni relative alla ventilazione degli spazi chiusi.

Metodi di applicazione

Prima dell'utilizzo dei materiali di verniciatura, occorre controllare le loro autorizzazioni, i certificati di controllo qualità per ogni lotto di prodotto, come anche verificare l'adeguatezza delle sigle sui contenitori con le vernici. Il produttore deve fornire inoltre le schede di sicurezza che contengono le informazioni riguardanti le sostanze tossiche nelle vernici.

Tutti i documenti che riguardano le vernici, fra cui le etichette, devono essere in lingua italiana .

La Direzione Lavori può, a proprio insindacabile giudizio, ordinare l'esecuzione delle prove di controllo, selezionate o complete, previste nell'elenco delle caratteristiche per un determinato materiale e secondo i metodi previsti nelle normative di riferimento oppure dalle esigenze richieste per l'approvazione.

Dal prodotto verniciante bisogna asportare la pellicola formatasi sulla superficie della vernice, dopodiché mescolare accuratamente per distribuire il deposito. Nel caso non fosse possibile distribuire il deposito, il materiale va scartato. Se il materiale di verniciatura ha preso consistenza, bisogna diluirlo fino al valore di viscosità convenzionale prevista per un determinato materiale e indicata sulla scheda del produttore.

I pennelli devono essere puliti, lavati nel solvente (diluente), strizzati nel panno di lino e asciugati. Le pistole a spruzzo devono essere pulite ed avere gli ugelli non otturati. Le pistole e i pennelli vanno puliti immediatamente dopo il lavoro.

I lavori di pitturazione vanno effettuati con le condizioni descritte nelle Istruzioni di uso delle pitture.

La temperatura dell'aria dovrebbe essere sempre più alta di almeno 3°C rispetto alla temperatura del punto di rugiada, per una determinata pressione e umidità.

Non é concesso effettuare lavori di pitturazione con pioggia o nebbia.

Bisogna rispettare le esigenze legate all'umidità e alla temperatura riportate nella scheda del produttore. Bisogna rispettare la condizione che la pitturazione fresca durante l'essiccazione non sia sottoposta a polvere, pioggia o altre impurità, e che la stagionatura avvenga nelle condizioni raccomandate dal produttore.

Bisogna rispettare i tempi di essiccazione dei singoli strati e gli intervalli di tempo occorrenti per l'applicazione dello strato successivo.

Applicazione a spruzzo

Dovranno essere impiegate le apparecchiature ed i relativi componenti raccomandati dal produttore di pittura. Prima dell'applicazione a spruzzo di ciascuna mano del ciclo, tutte le zone come: angoli, spigoli, saldature, bulloni, dadi, quelle di difficile accesso, ecc. dovranno essere ritoccate a pennello (stripe-coat) per assicurare che su queste zone sia applicato almeno lo spessore secco minimo specificato.

Applicazione a pennello

L'applicazione a pennello potrà essere eseguita solo nei seguenti casi:

- quando le zone non sono raggiungibili con lo spruzzo;
- per l'applicazione di "stripe-coat";
- nel caso in cui l'applicazione a spruzzo possa danneggiare impianti o persone nell'area di lavoro;
- quando occorre eseguire ritocchi o riparazioni di piccole zone danneggiate.

Applicazione a rullo

L'uso del rullo non sarà consentito per l'applicazione di zincanti e per la prima mano del ciclo.

Potrà essere impiegato, previa specifica approvazione della Direzione lavori, unicamente per applicazione di finiture e smalti con spessori non superiori a 40/50 µm.

Spessori del film bagnato (WFT - Wet Film Thickness) e secco (DFT - Dry Film Thickness)

Lo spessore di ciascuna mano di pittura indicato nelle schede allegate dei cicli di pittura, si dovrà intendere come spessore nominale del film secco (NDFT).

Sia la taratura degli strumenti che il metodo per il controllo degli spessori del film secco (DFT) dovranno essere eseguiti in accordo con la norma SSPC-PA 2.

Condizioni ambientali durante i lavori di pitturazione

La preparazione della superficie non dovrà essere eseguita quando la temperatura del supporto é inferiore di 3°C rispetto al punto di rugiada e quando l'umidità relativa é superiore all'85%.

Non si dovrà applicare nessuna mano di pittura quando la temperatura del supporto é inferiore di 3°C rispetto al punto di rugiada, quando l'umidità relativa é superiore all'85%, quando la temperatura dell'aria é inferiore a 10°C, fatta eccezione per i prodotti previsti per applicazioni a temperature inferiori. In linea di massima non si dovrà applicare alcuna mano di pittura su una superficie la cui temperatura superi i 50°C al momento dell'applicazione e comunque in accordo con la scheda tecnica del prodotto. I controlli delle condizioni ambientali dovranno essere effettuati in accordo con la norma ISO 8502-4.

Precauzioni e limitazioni

Non si dovrà applicare alcuna mano di pittura su superfici, quando si prevede un possibile cambiamento delle condizioni atmosferiche, entro le due ore successive dall'applicazione.

Sarà cura della Ditta Esecutrice fornire tutte le necessarie protezioni contro gli agenti atmosferici e qualsiasi altra attrezzatura per assicurare che i lavori di pittura siano eseguiti in accordo con i requisiti di questa specifica e con il programma di produzione concordato con il Committente.

Riparazioni dei difetti

L'Appaltatore dovrà ripristinare tutti i difetti ed i danneggiamenti al rivestimento che avverranno sia nel corso delle lavorazioni sia al completamento della stessa.

I prodotti impiegati per la riparazione di difetti e danneggiamenti dovranno provenire dallo stesso Fornitore di pittura che ha fornito il ciclo originale.

Per ogni riparazione dovranno essere seguite le indicazioni fornite nella scheda tecnica del produttore. In assenza o a maggior chiarimento di esse si seguiranno i criteri di seguito riportati.

Tutti i danni occorsi a mani precedenti dovranno essere riparati prima dell'applicazione della mano successiva e prima dell'accettazione da parte del Committente.

Spessore inadeguato del film di pittura

Tutte le zone con uno spessore di pittura inferiore a quanto specificato, dovranno essere pulite e se necessario carteggiate e si dovranno applicare una o più mani di pittura fino al raggiungimento dello spessore richiesto. Queste mani non dovranno essere visibili sulla mano finale e sulle zone adiacenti.

Superfici contaminate

Le superfici pitturate contaminate da grasso, olio, unto o da qualsiasi altro materiale estraneo, dovranno essere pulite e sgrassate in accordo con la norma SSPC-SP 1.

Danni al film di pittura senza esposizione della superficie metallica

La zona interessata dal danneggiamento dovrà essere pulita mediante carteggiatura o discatura meccanica.

Il trattamento dovrà estere esteso per almeno 50 mm sulle superfici adiacenti non danneggiate in modo da garantire la continuità del film. Sulla zona trattata dovrà essere applicato il ciclo completo di pittura previsto.

Danni al film di pittura con esposizione della superficie metallica

La zona danneggiata dovrà essere preparata e pitturata come originariamente previsto. La preparazione dovrà essere estesa per almeno 50 mm sulla zona adiacente ed i bordi dovranno essere opportunamente levigati e smussati.

Pitture e materiali di rivestimento in genere

Tutte le pitture e qualsiasi altro materiale di rivestimento saranno prodotti commerciali di alto livello qualitativo, di tipo approvato dal Committente ed in accordo con le schede cicli allegate e la codifica colori del Committente.

Ogni tipo di pittura che costituisce un ciclo dovrà essere prodotto dallo stesso colorificio.

Le pitture ed i relativi diluenti dovranno essere forniti da primario colorificio selezionato fra quelli accreditati presso il Committente.

Prove

Il Direttore dei Lavori può ordinare l'effettuazione delle pitturazioni di prova sui segmenti selezionati della costruzione, al fine di valutarne la qualità, l'aderenza al supporto.

Può altresì ordinare le pitturazioni di prova per verificare la possibilità di impiego delle tecniche di applicazione delle pitturazioni proposte dall'Appaltatore e l'eliminazione delle tecniche che non garantiscono un'adeguata qualità di lavori. Le pitturazioni di prova vanno effettuate sui punti soggetti ad alta umidità locale.

7.0 – Applicazione della pittura di fondo

La pittura di fondo deve essere applicata in conformità alle indicazioni del produttore. Il tempo di essiccazione di ogni ripresa è riportato nelle schede del produttore; con le temperature dell'aria più basse questo tempo si allunga conformemente.

La pittura di fondo deve essere applicata con particolare cura sui punti di collegamento fra gli elementi della costruzione, sulle giunture, sulle viti e sui bordi. Sui bordi e sugli angoli bisogna disporre più materiale rispetto alle superfici piane, applicando in questi punti gli strati aggiuntivi dopo l'essiccazione della pittura principale di fondo.

Questi dovranno avere un colore significativamente diverso dalla pittura di base.

Alle superfici pitturate occorre assicurare adeguate condizioni durante il periodo di indurimento, proteggendole dalle precipitazioni atmosferiche, dalla polvere e dallo sporco.

8.0 – Applicazione delle pitture intermedia e di finitura

Le pitture intermedie e di finitura vanno applicate fino allo spessore previsto nel progetto, rispettando fra le pitturazioni il tempo indicato dal produttore.

Con le temperature d'aria più basse questo tempo si allunga conformemente.

Sui bordi e sugli angoli bisogna disporre più materiale rispetto le superfici piate, applicando in questi punti lo strato aggiuntivo dopo l'essiccazione della pittura intermedia.

Questo dovrà avere un colore significativamente diverso dalla pittura di base.

Nel caso di intervalli fra le pitturazioni più lunghi rispetto a quelli riportati nelle schede tecniche, sulle superfici già verniciate vanno effettuati sgrassaggio e abrasione.

Lo strato precedente alla pittura successiva deve essere pulito e senza polvere; se per qualche motivo è stato sporcato, deve essere lavato e spolverato.

Alle superfici pitturate occorre assicurare adeguate condizioni durante il periodo di indurimento, proteggendole dalle precipitazioni atmosferiche, dalla polvere e dallo sporco.

9.0 — Modifica del sistema di verniciatura

La modifica del sistema di verniciatura è consentita dopo l'adempimento delle seguenti condizioni:

- il pacchetto completo alterativo dei prodotti dovrà ottenere specifica approvazione da parte del Direttore dei Lavori, sentito il parere del Progettista, adeguato alle parti del ponte interessate ed ai pericoli di corrosione. Tale approvazione sarà valida una sola volta per una precisa posizione, non potrà mai essere estesa arbitrariamente ad altre parti d'opera;
- il sistema di verniciatura con gli spessori previsti, applicato sulle superfici che presentano il grado di preparazione richiesto, dovrà assicurare durata della protezione superiore ai 15 anni;
- le vernici impiegate dovranno avere un alto contenuto di componenti solidi per questioni ecologiche, per esigenze di applicazione (possibilità di applicazione degli strati spessi) e per esigenze tecniche legate alla protezione della costruzione in questione;
- le vernici impiegate dovranno essere dello stesso tipo di quelle specificate nel progetto;
- il tempo minimo fino all'applicazione dello strato successivo nella temperatura 20°C non può essere inferiore alle 12 ore;
- le pitture non possono avere limitazioni di tempo massimo per le successive applicazioni (ciò per facilitare i lavori di manutenzione sistematica e in futuro il rifacimento locale dei rivestimenti);
- saranno modificate e ratificate le specifiche tecniche relative ai materiali e alle modalità di Esecuzione dei lavori, in modo che le nuove esigenze siano compatibili con l'Approvazione Tecnica oppure con il permesso tecnico per l'insieme dei materiali alternativi.

In ogni caso il sistema di verniciatura utilizzato dovrà rispettare le seguenti caratteristiche:

- pitture di fondo e intermedia, epossidiche ad alto spessore, contenenti componenti solidi nella quantità minima 75% in volume con cariche d'alluminio, con il tempo minimo fino all'applicazione della ripresa successiva nella temperatura di 20°C che non supera le 12 ore, senza limitazioni di tempo massimo fino alla pitturazione successiva;
- pittura di finitura alifatica-poliuretani senza cariche.

Si esclude l'impiego delle pitture pigmentate a piombo.

10.0 — Materiali

I materiali impiegati per l'esecuzione della protezione anticorrosiva della costruzione acciaio, secondo le raccomandazioni del presente Capitolato Speciale D'Appalto, sono i seguenti:

1. **Vernici:** conformi al punto 4.0
2. **Abrasivi:** Per le operazioni di sabbatura si utilizzeranno i comuni abrasivi utilizzati per strutture metalliche. (graniglie metalliche, abrasivi sintetici..)
3. **Detergenti:** Per le operazioni di pulizia e lavaggio si utilizzeranno detergenti biodegradabili.

Tutti i materiali dovranno essere sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori prima dell'effettivo inizio dei lavori.

11.0 — Stoccaggio dei materiali

L'applicatore dovrà allestire nell'area di cantiere uno spazio idoneo e chiuso all'accesso di estranei per lo stoccaggio e la conservazione delle vernici, dei solventi e degli altri prodotti per la verniciatura. Le vernici vanno tenute in magazzini chiusi, costituiti in distinti edifici o locali che rispondano alle direttive riguardanti i magazzini per sostanze infiammabili. La temperatura all'interno dei locali di stoccaggio dovrebbe essere +5 _ 30°C e umidità 0 — 90% RH.

12.0 — Trattamento e smaltimento dei rifiuti

Obblighi

E' d'obbligo per l'Appaltatore proteggere la zona dei lavori, in modo che l'abrasivo consumato e altro materiale di scarto siano totalmente raccolti e non vadano dispersi nell'ambiente. Tutti i rifiuti raccolti dovrebbero poter essere riutilizzati. Per il lavaggio bisogna utilizzare acqua con l'aggiunta di 0,5-1% di detergente biodegradabile.

L' Appaltatore dovrà preparare un' area di cantiere idonea allo stoccaggio provvisorio dei rifiuti prodotti dalle lavorazioni. Inoltre dovrà affidare i lavori di raccolta, trasporto e smaltimenti dei rifiuti a ditte specializzate e autorizzate.

Riferimenti normativi

In materia di rifiuti (classificazione, raccolta, trasporto e smaltimento) si fa riferimento al Decreto Legislativo n° 22 del 05.12.1997 denominato "Decreto Ronchi".

Classificazione dei rifiuti

I rifiuti risultanti dalle operazioni di preparazione superficiale e di verniciatura del ponte in oggetto saranno catalogati con i codici europei dei rifiuti (CER).

08.00.00 Rifiuti da produzione , formulazione e fornitura di rivestimenti.

12.02.00 Rifiuti di trattamento meccanico di superficie (sabbiatura....).

13.0 – Attrezzatura

Condizioni generali per l'utilizzo dell'attrezzatura

Qualsiasi attrezzatura, macchinari o utensili, che non garantiscano il mantenimento di esigenze qualitative di lavoro e di sicurezza, saranno scartati dalla Direzione Lavori e non ammessi ai lavori.

Attrezzatura per il lavaggio della costruzione

Il lavaggio della costruzione deve essere effettuato con attrezzi ad alta pressione di qualsiasi tipo, accettati dalla Direzione Lavori.

Attrezzatura per la pulizia della superficie

La pulizia della superficie deve essere effettuata con metodi meccanici, con gli attrezzi di qualsiasi tipo per idrofinitura, accettati dalla Direzione Lavori. L'attrezzatura per la pulitura, come anche per il soffiaggio o l'aspirazione durante la pulizia delle superfici, deve assicurare un'emissione di aria sgrassata e asciutta. Attrezzatura per la pitturazione

L'applicazione delle pitture può essere eseguito manualmente o con l'impiego degli attrezzi meccanici accettati dalla Direzione Lavori. La regolazione corretta dei parametri per la verniciatura a spruzzo (larghezza dell'ugello, densità del materiale, pressione) va eseguita sulle superfici di prova e deve ottenere l'accettazione della Direzione Lavori.

14.0 — Trasporto

Il trasporto delle vernici e dei solventi deve essere eseguito rispettando le direttive vigenti che riguardano i trasporti di sostanze pericolose riportate nelle normative in materia.

15.0 — Esecuzione dei lavori

Progetto tecnologico e programma

L'Appaltatore presenterà al Direttore dei Lavori, per l'accettazione, un progetto tecnologico della protezione anticorrosiva che definisca:

- tipo di materiali prendendo in considerazione le richieste riportate nella parte seconda del presente Capitolato Speciale d'Appalto;
- spessori degli strati;
- esigenze riguardo alla preparazione di superfici;
- conferma del Fornitore delle vernici che concederà all'Appaltatore una garanzia della durata di 5 anni per il trattamento delle superfici di riferimento appositamente individuate sulla struttura del ponte; il trattamento di tali superfici di riferimento dovrà avvenire alla presenza del Fornitore a garanzia della corretta applicazione dei prodotti;
- tempi previsti per l'esecuzione delle singole operazioni.

L'Appaltatore presenterà inoltre il programma dell'avanzamento temporale dei lavori. Tale programma dovrà prendere in considerazione tutte le condizioni nelle quali si svolgerà l'applicazione delle pitture.

Documentazione dei lavori

L'Appaltatore è tenuto a gestire un registro dei lavori di verniciatura, dove quotidianamente, nel periodo dell'applicazione di pitture, prenda nota dei seguenti dati:

- data e ora di operazione;
- localizzazione della zona di esecuzione dei lavori di protezione anticorrosiva e tipo di materiale dello strato applicato;
- temperatura e umidità dell'aria al momento dell'inizio dei lavori di verniciatura, con riferimento al punto di rugiada;
- risultati di valutazione del grado di pulizia del supporto secondo ISO 8501-1;
- risultati di valutazione del profilo di rugosità secondo ISO 8503-2;
- risultati di valutazione su presenza di pulviscolo secondo ISO 8502-3;
- risultati di valutazione su presenza di grassi;
- risultati di valutazione di assenza di sostanze ioniche secondo il presente Capitolato Speciale di Appalto;
- firma del dipendente dell'Appaltatore che effettua le misurazioni sopra elencate.

Il registro deve contenere anche le colonne dove si possano riportare:

- risultati della misurazione degli spessori degli strati dopo l'asciugatura;
- risultati della misurazione dell'aderenza;
- misurazione dei lavori;
- conferme del personale della Direzione Lavori.

Condizioni riguardanti la sicurezza e l'igiene del lavoro

I lavori legati all'esecuzione della protezione anticorrosiva possono presentare un elevato pericolo per la salute dei lavoratori, e quindi bisogna rispettare le seguenti raccomandazioni:

durante i lavori legati alla pulizia delle superfici per l'applicazione di pitture occorre rispettare le norme di sicurezza e igiene sul lavoro e nei cantieri. Il lavoratore deve essere attrezzato con idonei e adeguati dispositivi di prevenzione individuale (DPI). Durante i lavori legati all'applicazione delle vernici occorre rispettare le norme dell'igiene personale, e in particolare non tenere prodotti alimentari e vestiti nei locali di lavoro e nei pressi delle postazioni di lavoro, non consumare i pasti sui posti di lavoro; nel caso di imbrattatura con vernice, le mani vanno pulite prima con il tampone inumidito nel solvente, e dopo la sua evaporazione, lavate con acqua e sapone; spalmare la pelle delle mani e della faccia con una crema protettiva prima di iniziare il lavoro.

Durante i lavori di lavaggio con l'uso di stracci bagnati con solvente, occorre rispettare le norme di sicurezza e d'igiene corrispondenti alla rispettiva classe del solvente. I lavoratori dovrebbero essere attrezzati oltre che con la tuta di protezione, anche con la mascherina protettiva.

Durante tutto il periodo dell'esecuzione delle protezioni, occorre rispettare tutte le vigenti norme antincendio e di sicurezza e d'igiene sul lavoro.

16.0 – Controllo qualità dei lavori

Le regole relative al controllo sulla qualità dei lavori di protezione anticorrosiva sui ponti viabili d'acciaio fanno riferimento alle raccomandazioni per l'esecuzione e il collaudo delle protezioni anticorrosive delle costruzioni

d'acciaio dei ponti viabili emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici, in assenza delle quali si intende riferirsi a lavorazioni eseguite a regola d'arte.

Controllo qualità dei materiali di verniciatura.

La valutazione dei materiali di verniciatura dovrà basarsi sulle certificazioni del Produttore.

Il Produttore è tenuto a presentare all'Appaltatore una dichiarazione sul controllo qualità del prodotto per ogni suo lotto, e su richiesta dell'Appaltatore presentare anche il certificato con i risultati delle prove complete svolte recentemente sul determinato materiale.

I materiali che non adempiono alle esigenze delle normative in materia oppure delle certificazioni tecniche andranno eliminati.

L'Appaltatore ha l'obbligo di controllare la viscosità del materiale di verniciatura e l'aspetto della vernice in ogni singolo contenitore.

Prima dell'uso della vernice, occorre controllare la data della sua scadenza.

Pulire la superficie del contenitore prima dell'apertura.

Dopo l'apertura del contenitore della vernice, bisogna, conformemente alla normativa ISO 1513, controllare e annotare nel rapporto:

1. Stato della confezione;
2. Numero di lotto o batch;
3. Valutazione sulla formazione della pellicola
4. Consistenza (per esempio gelificazione)
5. Ripartizione delle fasi
6. Presenza di impurità
7. Deposito

Qualora si presenti la pellicola bisogna rimuoverla.

Le vernici gelificate non sono idonee all'uso.

Nel caso si verifichi un deposito secco e indurito, la vernice non è idonea all'uso.

Il deposito morbido va mescolato per ottenere la vernice omogenea.

Controllo dell'applicazione delle pitture

Il controllo dell'applicazione delle pitture dovrebbe svolgersi prendendo in considerazione l'adeguatezza delle attrezzature utilizzate e della tecnica dell'applicazione del materiale di verniciatura, come anche il rispetto delle indicazioni riguardanti le condizioni atmosferiche e la protezione delle pitture fresche, il rispetto dei tempi di essiccazione e acclimatazione delle pitture.

Il Direttore dei Lavori può ordinare, durante la pitturazione, la misurazione dello spessore delle riprese appena applicate dei singoli strati. Viene sottoposto a controllo il numero degli strati di pittura effettuati secondo la seguente procedura:

- verifica del grado di essiccazione dello strato precedente;
- verifica della pulizia dello strato precedente (presenza di unto, polvere)
- conformità della durata degli intervalli fra le pitturazioni;
- aspetto delle pitture (difetti meccanici, crateri, aloni, imperfezioni, punti carenti di vernice);
- spessore delle riprese fresche;
- verifica della concordanza dei parametri dello spruzzo con le Istruzioni per l'utilizzo della vernice.

Controllo qualità dei rivestimenti effettuati

La valutazione della qualità dei rivestimenti effettuati va eseguita ogni volta dopo:

- l'effettuazione della pittura di fondo,
- l'effettuazione della pittura intermedia,
- l'effettuazione della pittura di finitura.

La valutazione va eseguita prendendo in considerazione lo spessore e l'aderenza del rivestimento e inoltre l'aspetto del rivestimento caratterizzato dalla classe di accuratezza. Le prove vanno effettuate sui rivestimenti essiccati e stagionati.

La misurazione dell'aderenza va compiuta all'inizio dell'esecuzione delle protezioni, sullo spessore completo del sistema di verniciatura, e successivamente soltanto nel caso di dubbi oppure su richiesta della Direzione Lavori. E' ammesso effettuare:

- la misurazione con l'aiuto del taglio a croce, fatto con una lama singola secondo ASTM 3359-95: due tagli di lunghezza 40 mm effettuati ad angolo 30-45°. E' ammesso il grado più alto di 2A, cioè i brandelli del rivestimento che si staccano lungo il taglio non dovrebbero essere più grandi di 1,6 mm per ogni parte dall'incrocio delle linee.

- il metodo di strappo per l'indicazione dell'aderenza secondo ISO 4624:1978. Il metodo consiste nell'incollaggio dei cerchietti d'acciaio (dollies) di determinate dimensioni sulla superficie, e quindi nella misurazione della forza occorrente per il loro strappo. I rivestimenti dovrebbero possedere il valore dell'aderenza al supporto e alla pittura intermedia superiore di 5 Mpa.

Dopo aver compiuto le misurazioni, bisogna risanare il rivestimento danneggiato utilizzando la stessa tecnologia impiegata precedentemente durante la pitturazione.

Condizioni di garanzia e pitturazioni di riferimento

Sulla struttura verranno eseguite delle pitturazioni di riferimento, sulle quali verranno effettuate nel tempo le verifiche a garanzia della corretta esecuzione dei lavori.

Le condizioni di garanzia richieste, con riferimento alla Norma ISO 4628, sono di seguito riportate.

- Dopo il periodo di 3 anni sui tratti di riferimento:
 - grado di corrosione Re 1;
 - grado O per blistering, screpolatura e sfogliatura;
 - grado non superiore a 3 per formazione di patina.
- Dopo il periodo di 5 anni sui tratti di riferimento:
 - grado di corrosione Re 3;
 - grado O per blistering, screpolatura e sfogliatura;
 - grado non superiore a 3 per formazione di patina;

L'aderenza esaminata con il metodo pull-off non deve essere inferiore a 5 Mpa.

Le pitturazioni di riferimento verranno effettuate dall'Appaltatore e accettate dal Committente e dal fornitore dei prodotti, in conformità alle prescrizioni tecniche contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto. Esse dovranno essere effettuate il più presto possibile. Questo per permettere una valutazione realistica della qualità e del consumo dei materiali, come anche della qualità della tecnologia di esecuzione. Il numero, i punti e le procedure di realizzazione delle superfici su cui verranno fatte valere le suddette condizioni di garanzia dei lavori verranno concordati con la Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori, sulla base delle prescrizioni contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Le superfici sottoposte alla garanzia possono essere realizzate nei punti conformi alle indicazioni della normativa ISO 12944. Questa normativa prevede che tali punti si trovino su ogni importante elemento della costruzione, considerando le differenze del rischio di corrosione sui vari elementi. Dovrebbero comprendere saldature, giunzioni, bordi e altri elementi sottoposti ad un elevato pericolo di corrosione.

La quantità e la grandezza delle superfici di riferimento, in relazione all'entità della costruzione, sono indicate.

| Superficie sottoposta alla protezione m2 | Quantità massima delle superfici di riferimento | Area totale massima delle superfici di riferimento m2 |
|--|---|---|
| <2000 | 3 | 12 |
| 2 000 — 5 000 | 5 | 25 |
| 5 001 -10 000 | 7 | 50 |
| 10 001 -25 000 | 7 | 75 |
| 25 001 -50 000 | 9 | 100 |
| > 50 000 | 9 | 200 |

Il Fornitore dei materiali, dopo la loro accettazione da parte della Direzione Lavori, deve assicurare la presenza del proprio ispettore durante l'esecuzione delle superfici di riferimento.

La posizione dei tratti campione deve essere approvata dal Direttore dei lavori.

Le superfici di riferimento vengono lavorate dall'Appaltatore con le attrezzature approvate per l'utilizzo sul ponte in oggetto.

La normativa ISO 12944-7 indica le direttive riguardanti l'indicazione e il controllo delle superfici di riferimento.

Fermo restando che la durata del trattamento protettivo deve essere garantita per almeno 15 anni sull'intera struttura, il non rispetto delle condizioni di garanzia sopra elencate sulle superfici di riferimento da diritto alla Stazione

Appaltante di rifiutare l'intero lavoro eseguito, con obbligo di rifacimento a carico dell'Appaltatore dell'intero ciclo protettivo lungo tutto il Ponte.

Misurazione dello spessore dei rivestimenti

Le misurazioni vanno effettuate in conformità con la Norma ISO 2808/1997.

I punti per la misurazione sugli elementi d'acciaio vanno scelti in conformità con EN 10238.

Per la misurazione va utilizzato il misuratore elettromagnetico con il sensore integrato o inserito sul cavo. Il misuratore viene tarato sulla superficie piana, come previsto nel metodo 10 della normativa ISO 2808.

Per la taratura si utilizzano i campioni che hanno spessore simile allo spessore previsto del sistema applicato.

I risultati delle misurazioni con lo spessore corretto del ciclo completo dovrebbero raggiungere il valore superiore a 0,9 del valore nominale, e al massimo il 10% delle misurazioni possono raggiungere un valore pari a 0,9 volte il valore nominale.

Lo spessore massimo non può essere superiore al triplo spessore nominale.

La quantità dei punti di misurazione, in dipendenza dalla grandezza della superficie, sarà la seguente:

| Grandezza della superficie in m ² | Numero dei punti di misurazione |
|--|---------------------------------|
| Fino a 200 | 15 |
| 201-1000 | 25 |
| 1001-2500 | 35 |
| 2501-5000 | 50 |

Come punto di misurazione si prenderà la media aritmetica dalle tre misurazioni sulla superficie di un cerchio del diametro 10 cm.

La valutazione della classe di accuratezza va effettuata sulla pittura di finitura. Sulle pitture rimanenti occorre verificare se non vi siano difetti inammissibili.

Su nessun rivestimento dovranno essere presenti difetti inammissibili, e la pittura di finitura su almeno il 70% della superficie deve avere la classe di accuratezza II e sul 30% la classe di accuratezza III.

17.0 Caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) del ciclo di verniciature anticorrosive.

1) Le caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) si intendono per cicli di verniciatura anticorrosiva applicata su supporti in acciaio tipo UNI 3351 sottoposti ad invecchiamento artificiale.

Per l'invecchiamento artificiale è previsto un ciclo così composto:

| Agente aggressivo | Durata | Temperatura |
|--|--------|-------------|
| Radiazione ultravioletta. | 6 h | 60° C |
| Corrosione per immersione continua in soluzioni aerate (U.N.I. 4261/66). | 12 h | 35° C |
| Corrosione in nebbia salina (U.N.I.-5687-73) | 12 h | 35° C |
| Radiazione ultravioletta. | 6 h | 60° C |
| Immersione in soluzione satura di CaCl ₂ . | 12 h | 35° C |

Dopo il ciclo di invecchiamento artificiale, verranno eseguiti i controlli riportati di seguito.

2) Ingiallimento: secondo norma DIN 53230.

Il prodotto di finitura deve essere non ingiallente (prova su prodotto non pigmentato).

3) Ruggine e Blistering (ASTM D 714/56) (DIN 53210):

| | |
|-------------|----------------------|
| Blistering: | 1° strato = 9M |
| | 2° strato = 9M |
| | 3° strato = 9F |
| Ruggine: | RO (ruggine assente) |

4) Resistenza all'abrasione: si determina solo su prodotto di finitura mediante Taber Abraser, con mola tipo CS 10, dopo 1.000 giri con carico di 1 Kg.

Il valore espresso come perdita in peso deve essere inferiore a 10 milligrammi.

5) Brillantezza: controllata mediante Glossmetro Gardner con angolo di 60°, deve avere un valore iniziale superiore al 90% e finale non inferiore all'80%.

6) Prova di piegatura a 180°(su lamierino d'acciaio UNI 3351) con mandrino Ø 4 mm
Al termine non dovranno presentarsi screpolature o distacchi..

18.0 Prove di accettazione dei prodotti.

L'Impresa dovrà preventivamente inviare a Laboratorio ufficialmente riconosciuto quanto segue:

- a) campioni dei prodotti componenti il ciclo con relativi diluenti in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg e nel numero di tre per ogni prodotto (uno di questi campioni non deve essere pigmentato);
- b) schede tecniche dei prodotti verniciati compilate in tutte le loro voci e fogli per le:

- caratteristiche di composizione: foglio A;
- caratteristiche di applicazione: foglio B.

Il colore di finitura sarà indicato dalla Direzione Lavori; i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere nella scheda riportante le caratteristiche di composizione, sottratti alla quantità percentuale del solvente.

Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il ciclo saranno identificati mediante analisi spettrometrica all'infrarosso. La Direzione dei Lavori potrà far accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione accertate in fase di gara e/o riprodurre gli spettri IR su detti materiali.

Tali spettri dovranno essere uguali a quelli ricavati dai campioni.

19.0 — Collaudo dei lavori

I lavori compresi nelle presenti specifiche sono soggetti a collaudo tecnico.

Tale collaudo viene effettuato basandosi sui risultati delle misurazioni, delle prove e sulla valutazione visiva.

ART. 8

- CALCESTRUZZI -

INDICE

| | |
|-------------|--|
| 1.0 | Generalità |
| 1.1 | Normativa di riferimento |
| 1.2 | Classificazione dei conglomerati cementizi |
| 1.3 | Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi |
| 1.3.1 | Cemento |
| 1.3.2 | Inerti |
| 1.3.3 | Acqua di impasto |
| 1.3.4 | Additivi e disarmanti |
| 1.4 | QUALIFICA PRELIMINARE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI |
| 1.5 | CONTROLLI IN CORSO D'OPERA |
| 1.5.0 | Cemento |
| 1.5.1 | Granulometria degli inerti |
| 1.5.2 | Resistenza dei conglomerati cementizi |
| 1.5.3 | Controllo della lavorabilità |
| 1.5.4 | Controllo del rapporto acqua/cemento |
| 1.5.5 | Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio |
| 1.5.6 | Controllo del contenuto di aria |
| 1.5.7 | Controllo del contenuto di cemento |
| 1.6 | Durabilità dei conglomerati cementizi |
| 1.6.3 | Attacco chimico da parte dei solfati |
| 1.7 | TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE |
| 1.7.1 | Confezione dei conglomerati cementizi |
| 1.7.2 | Trasporto |
| 1.7.3 | Posa in opera |
| 1.7.3.1 | Riprese di getto |
| 1.7.3.2 | Posa in opera in climi freddi |
| 1.7.3.3 | Posa in opera in climi caldi |
| 1.7.4 | Stagionatura e disarmo |
| 1.7.4.1 | Prevenzione delle fessure da ritiro plastico |
| 1.7.4.2 | Maturazione accelerata con trattamenti termici |
| 1.7.4.3 | Disarmo |
| 1.7.4.4 | Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio |
| 1.7.4.5 | Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari |
| 1.7.4.6 | Armature per c.a. |
| 1.7.4.7 | Armatura di precompressione |
| 1.7.4.7.1 | Iniezione nei cavi di precompressione |
| 1.7.4.7.1.1 | Misura della fluidità con il cono di Marsh |
| 1.7.4.7.1.2 | Misura dell'essudazione della boiaccia (bleeding). |
| 1.7.5 | Prescrizioni particolari per i getti massivi (fondazione ed elevazione di pile e spalle) dei viadotti |
| 1.7.5.1 | Note esecutive per i getti |
| 1.8 | Miscele a bassa viscosità per le iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. esistenti |
| 1.8.1 | Caratteristiche dei materiali |
| 1.8.1.1 | Iniezione con sistemi epossidici |
| 1.8.1.2 | Iniezione con boiacche cementizie |

- 1.8.2 Modalità di iniezione
 - 1.8.2.1 Iniezioni tradizionali
 - 1.8.2.2 Iniezioni sottovuoto
 - 1.8.2.3 Prove
 - 1.8.2.4 Tesatura delle armature di precompressione
- 1.9 Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso
- 1.10 Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione
- 1.11 Acciaio per c.a. e c.a.p.
 - 1.11.1 Acciaio in barre ad aderenza migliorata - Fe B 38k, Fe B 44k - controllato in stabilimento
 - 1.11.1.1 Acciaio inossidabile in barre ad aderenza migliorata
 - 1.11.2 Reti in barre di acciaio elettrosaldate
 - 1.11.3 Zincatura a caldo degli acciai
 - 1.11.3.1 Qualità degli acciai da zincare a caldo
 - 1.11.3.2 Zincatura a caldo per immersione
 - 1.11.3.2.1 Trattamento preliminare
 - 1.11.3.2.2 Immersione in bagno di zinco
 - 1.11.3.2.3 Finitura ed aderenza del rivestimento
 - 1.11.3.2.4 Verifiche
 - 1.11.3.2.5 Certificazioni
 - 1.11.3.2.6 Lavorazione
 - 1.11.4 Procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario–barre e rotoli
 - 1.11.5 Acciaio per c.a.p.
 - 1.11.5.1 Fili, barre, trefoli
 - 1.11.5.2 Cavo inguainato monotrefolo
 - 1.11.5.3 Ancoraggi della armatura di precompressione
 - 1.12 Impermeabilizzazione di manufatti in conglomerato cementizio

1.0 GENERALITA'

1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche emanate in applicazione all'art. 21 della legge n° 1086 del 05/11/1971 per quanto applicabili e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni 14/01/2008 e delle norme di legge vigenti in merito a leganti, inerti, acqua di impasto ed additivi nonché delle relative Norme UNI.

In particolare le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di Legge e le Norme emanate in materia.

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

- ↳ della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 “ Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica” (G.U. n. 321 del 21.12.1971);
- ↳ del D.M 14 gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni”
- ↳ della Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 concernente le “Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”

Gli elaborati di progetto, indicano i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da c.a. da impiegare.

L'Impresa sarà tenuta inoltre a presentare all'esame della Direzione Lavori i progetti delle opere provvisorie (centine, cassetture, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

In particolare, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori, i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura nei calcoli statici delle opere comprese nell'appalto al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà resistenza non inferiore a quella richiesta dal progetto.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio dei getti dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Impresa i certificati dello studio preliminare di cui al punto precedente rilasciati da Laboratori Ufficiali ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

1.2 CLASSIFICAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Nella tavole di progetto sono indicate le proprietà di ogni tipo di conglomerato cementizio di cui è previsto l'impiego ed in particolare:

- classe di resistenza;
- classe di esposizione;
- classe di consistenza;
- diametro massimo dell'aggregato;

Le prescrizioni relative alla classe di conglomerato cementizio (resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di stagionatura espressa in MPa) sono da ritenersi come minime.

1.3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI I CONGLOMERATI CEMENTIZI

1.3.1 Cemento

Nelle opere devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità - rilasciato da un organismo europeo notificato - ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purchè idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive.

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che operino con sistemi di qualità certificati.

All'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla DL un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto e i cui requisiti soddisfino i requisiti chimici e fisici richiesti dalle norme di accettazione.

Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la DL possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte.

Nel caso in cui esso venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare la miscelazione fra tipi diversi.

I silos dovranno garantire la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica, ciascun silo dovrà contenere un cemento di un unico tipo, unica classe ed unico produttore chiaramente identificato da appositi contrassegni.

Se approvvigionato in sacchi, dovrà essere sistemato su pedane poste su un pavimento asciutto e in ambiente chiuso. E' vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo.

1.3.2 Inerti

Gli inerti impiegati per il confezionamento del conglomerato cementizio potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava e dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste per la Classe A nella Norma UNI 8520 parte 2^a.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche.

Non dovranno contenere i minerali dannosi:

- pirite;
- marcasite;
- pirrotina;
- gesso;
- solfati solubili.

A cura dell'Impresa, sotto il controllo della DL, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un laboratorio ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla DL e dall'Impresa.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera, e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo.

Nella Tabella 2, sono riepilogate le principali prove cui devono essere sottoposti gli inerti.

Tali esami, dovranno essere effettuati prima dell'autorizzazione all'impiego, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava, ogni 8000 m³ di materiali impiegati e comunque almeno una volta all'anno, nonché ogni volta la Direzione Lavori lo riterrà necessario, salvo per quanto riguarda il contenuto di solfati e di cloruri che dovrà essere effettuato giornalmente.

Per quanto riguarda il coefficiente di forma degli inerti e la granulometria si dovrà verificare che soddisfino alle indicazioni riportate nel predetto punto, ogni 1000 m³ di materiale impiegato, nonché ogni volta che la DL lo riterrà necessario.

Tabella 2

| CARATTERISTICHE | PROVE | NORME | TOLLERANZA DI ACCETTABILITA' |
|---|---|----------------------------------|--|
| Gelività degli aggregati | Gelività | CNR 80 UNI 8520 (parte 20) | Perdita di massa $\leq 4\%$ dopo 20 cicli |
| Resistenza all'abrasione | Los Angeles | CNR 34 UNI 8520 (parte 19) | Perdita di massa LA 30% |
| Compattezza degli aggregati | Degradabilità delle soluzioni solfatiche | UNI 8520 (parte 10) | Perdita di massa dopo 5 cicli $\leq 10\%$ |
| Presenza di gesso e solfati solubili | Analisi chimica degli inerti | UNI 8520 (parte 11) | $SO_3 \leq 0,05\%$ |
| Presenza di argille | Equivalente in sabbia | UNI 8520 (parte 15) | $ES \geq 80$ $VB \leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{gr}$ di fini |
| Presenza di pirite, marcasite e pirrotina | Analisi petrografica | UNI 8520 (parte 4) | Assenti |
| Presenza di sostanze organiche | Determinazione colorimetrica | UNI 8520 (parte 14) | Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento |
| Presenza di forme di silice reattiva | Potenziale reattività dell'aggregato: • metodo chimico Potenziale attività delle miscele cemento aggregati: • metodo del prisma di malta | UNI 8520 (parte 22) | • UNI 8520 (parte 22 punto 4) • UNI 8520 (parte 22 punto 5) |
| Presenza di cloruri solubili | Analisi chimica | UNI 8520 (parte 12) | $Cl \leq 0,05\%$ |
| Coefficiente di forma e di appiattimento | Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento | UNI 8520 (parte 18) | $Cf \geq 0,15$ ($D_{\max} = 32 \text{ mm}$) $Cf \geq 0,12$ ($D_{\max} = 64 \text{ mm}$) |
| Frequenza delle prove | La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla D.L. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8000 mc di aggregati impiegati. | | |

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un diametro massimo D_{\max} fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un diametro massimo D_{\max} fino a 64 mm).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà consentire di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, etc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, etc.).

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno tre pezzature, la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche appartenenti alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, appartenenti alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

1.3.3 Acqua di impasto

L'acqua di impasto dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti (Norma UNI 8520 parte 5) in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008: 2003.

Se l'acqua proviene da pozzo, le suddette analisi dovranno essere effettuate ogni 3.

1.3.4 Additivi e disarmanti

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

Le loro caratteristiche dovranno essere verificate sperimentalmente in sede di qualifica dei conglomerati cementizi, esibendo inoltre, certificati di prova di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi, l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

E' vietato usare lubrificanti di varia natura e olii esausti come disarmanti.

Dovranno essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma UNI 8866, per i quali è stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito.

1.4 QUALIFICA PRELIMINARE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" per quanto applicabili e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008.

Lo studio, per ogni classe di conglomerato cementizio che figura negli elaborati di progetto dovrà essere fornito almeno 30 giorni prima dell'inizio dei getti.

Tale studio, da eseguire presso un Laboratorio Ufficiale, dovrà comprovare la conformità del conglomerato cementizio e dei singoli componenti.

In particolare, nella relazione di qualificazione dovrà essere fatto esplicito riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione Rck;
- durabilità delle opere (EN206);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi.
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556)
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395)
- ritiro idraulico (UNI 6555)
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087)
- impermeabilità (ISO DIS 7032)

Inoltre, si dovrà sottoporre all'esame della Direzione Lavori:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- d) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- f) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella 1.

Le miscele verranno autorizzate qualora la resistenza a compressione media per ciascun tipo di conglomerato cementizio, misurata a 28 giorni sui provini prelevati dagli impasti di prova all'impianto di confezionamento, non si discosti di $\pm 10\%$ dalla resistenza indicata nella relazione di qualificazione.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto previsto ai punti a), b), c) e f).

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori.

L'esame e la verifica, da parte della DL dei certificati dello studio preliminare, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla DL, essa Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera, se non autorizzate dalla Direzione dei Lavori.

Qualora eccezionalmente, si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI 9858/91, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà comunque essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI 9858.

1.5 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Impresa dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati, per l'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o all'impianto di confezionamento, ad eccezione delle determinazioni chimiche che dovranno essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale.

1.5.1 Granulometria degli inerti

Gli inerti oltre a soddisfare le prescrizioni precedentemente riportate dovranno appartenere a classi granulometricamente diverse e mescolati nelle percentuali richieste formando miscele granulometricamente costanti tali che l'impasto fresco ed indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, aria inglobata, permeabilità e ritiro.

La curva granulometrica dovrà, in relazione al dosaggio di cemento, garantire la massima compattezza al conglomerato cementizio.

Il diametro massimo dell'inerte dovrà essere scelto in funzione delle dimensioni dei copriferri ed interferri, delle caratteristiche geometriche delle casseforme, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera.

I controlli saranno quelli riportati al punto 1.3.2.

1.5.2 Resistenza dei conglomerati cementizi

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste dal D.M. 14/gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

Ad integrazione di tali norme, la Direzione dei Lavori ordinerà n. 3 (tre) prelievi costituiti ciascuno da n. 2 provini in modo da poter assoggettare uno dei prelievi a prove preliminari di accettazione presso il laboratorio di cantiere, o altro posto nelle vicinanze del cantiere stesso, resta inteso che il secondo prelievo andrà sottoposto a prove presso un Laboratorio ufficiale ed il terzo prelievo sarà utilizzato, all'occorrenza, nel caso si rendesse necessario eseguire altre prove.

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la DL potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della R_{ck} inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato,

ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine.

Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la R_{ck} è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata.

Nel caso che la R_{ck} non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la R_{ck} risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Nel caso in cui la DL richieda il prelievo di campioni da strutture già realizzate e stagionate, questo prelievo da eseguire in contraddittorio, potrà avvenire sia asportando un blocco informe dal quale ricavare successivamente i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare un numero adeguato di provini cilindrici mediante operazioni di taglio e verifica delle basi.

Sulle opere già eseguite potranno essere eseguite prove non distruttive, a mezzo di sclerometro od altre apparecchiature.

Con lo sclerometro le modalità di prova saranno le seguenti:

- nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione Lavori verrà fissata un'area non superiore a $0,1 \text{ m}^2$, su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta. Si determinerà la media aritmetica di tali valori.
- Verranno scartati i valori che differiscono più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala sclerometro.
- Tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo.
- Se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova sarà ritenuta non valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina.
- Di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice. La DL si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione.

Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture, secondo le metodologie precedentemente richiamate.

La stima delle caratteristiche meccaniche sui provini cubici e/o cilindrici ricavati dal carotaggio della struttura potrà essere effettuata adottando la metodologia di seguito descritta.

L'affidabilità della stima della resistenza caratteristica del conglomerato cementizio si dovrà basare sul numero di provini n il cui diametro, di norma non inferiore a 100 mm, dovrà essere compreso tra 2,5 e 5 volte il diametro massimo dell'aggregato impiegato.

Il rapporto tra altezza e diametro del provino cilindrico tra il valore $s = 1,0$ e $s = 1,2$.

Nel caso di provini cubici si assume $s = 1,0$.

Per ogni lotto di conglomerato di 100 m^3 di conglomerato cementizio indagato o frazione, n dovrà essere non inferiore a 4 (quattro).

Al fine di riportare la resistenza misurata sul provino prelevato dalla struttura a quella del corrispondente provino cubico prelevato durante il getto, si dovranno adottare le seguenti relazioni valide rispettivamente per carotaggi eseguiti perpendicolarmente e parallelamente alla direzione di getto:

$$R_i = 2,5 \sigma / (1,5 + 1/s)$$

$$R_i = 2,3 \sigma / (1,5 + 1/s)$$

Dove :

σ è la resistenza a compressione misurata sul singolo provino cilindrico o cubico sottoposto a prova di compressione semplice previste dalla Norma UNI 6132.

Poiché l'attendibilità dei risultati, al 95% dell'intervallo di confidenza, è stimata pari a:

$$\pm 12\% / (n)^{1/2}$$

La valutazione della resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio indagato risulta:

$$F_{stim} = (1 - (12\% / (n)^{1/2})) \sum Ri / n$$

Dove:

F_{stim} = resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio;

n = numero dei provini relativi al lotto di conglomerato cementizio indagato;

Ri = resistenza cubica del singolo provino prelevato.

Tale resistenza dovrà essere incrementata di un coefficiente b , assunto pari a 1,20, per tenere in considerazione eventuali disturbi arrecati dal carotaggio, differenti condizioni di costipazione, maturazione, conservazione tra il conglomerato cementizio gettato in opera e quello dei provini cubici prelevati per determinare la resistenza caratteristica R_{ck} .

Pertanto, se :

$$(F_{stim} * b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 > R_{ck}$$

la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera è conforme a quella prevista in progetto;

$$(F_{stim} * b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 < R_{ck}$$

la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera non è conforme a quella prevista nel progetto ed in tal caso la DL, sentito il progettista, al fine di accettare si riserva di adottare più accurate determinazioni e verifiche che saranno a totale carico dell'Impresa.

Le prove di compressione sulle carote o cubi dovranno essere eseguite esclusivamente presso Laboratori Ufficiali.

I dati riscontrati dovranno essere registrati con data, ora e punti di prelievo, comprensivi delle note di commento a cura della DL.

1.5.3 Controllo della lavorabilità

La lavorabilità del conglomerato cementizio fresco sarà valutata con la misura all'abbassamento al cono di Abrams (slump) in mm secondo la Norma UNI 9418, tale prova dovrà essere eseguita in concomitanza a ciascun prelievo di campioni.

La prova è da considerarsi significativa per abbassamenti compresi tra 20 e 240 mm.

Il conglomerato cementizio non dovrà presentarsi segregato e la quantità di acqua essudata, misurata secondo la Norma UNI 7122, dovrà essere nulla.

In alternativa, per abbassamenti inferiori ai 20 mm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE'.

1.5.4 Controllo del rapporto acqua/cemento

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere valutato tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti che di quella assorbita dagli stessi (Norma UNI 8520 parte 13 e 16, condizione di inerte "saturo a superficie asciutta", per la quale l'aggregato non cede e non assorbe acqua all'impasto).

Il suddetto rapporto, dovrà essere controllato secondo le indicazioni riportate nella Norma UNI 6393 (par. 5 e 6), e non dovrà discostarsi di ± 0.02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

Il rapporto a/c dovrà essere controllato anche in cantiere, almeno una volta alla settimana, tale rapporto non dovrà scostarsi più del ± 0.02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

1.5.5 Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio

L'omogeneità del conglomerato cementizio all'atto del getto, dovrà essere verificata vagliando ad umido due campioni, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadrata da 4 mm.

La percentuale in peso del materiale trattenuto nel vaglio dei due campioni non dovrà differire più del 10%, inoltre lo slump degli stessi prima della vagliatura non dovrà differire di più di 30 mm.

1.5.6 Controllo del contenuto di aria

La prova del contenuto di aria dovrà essere effettuata ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante.

Essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395 – 72.

Tale contenuto dovrà essere determinato con le cadenze previste al punto 11.3.10 della Norma UNI 9858.

1.5.7 Controllo del contenuto di cemento

Tale controllo dovrà essere eseguito su conglomerato cementizio fresco, secondo quanto stabilito dalle Norme UNI 6126 – 72 e 6394 – 69.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta del luogo di esecuzione, in quanto tale prova deve essere eseguita su conglomerato cementizio fresco, entro 30 minuti dall'impasto.

1.6 Durabilità dei conglomerati cementizi

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degrado.

Le cause di degrado più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati.

In tal senso si devono prendere in conto le risultanze presenti nella norma UNI EN 206-1, secondo cui gli ambienti nei quali l'opera in calcestruzzo è destinata ad essere costruita vengono classificati in varie tipologie, per ciascuna delle quali, a seconda del potenziale livello di aggressione per i ferri d'armatura o per il calcestruzzo stesso, la norma prevede il rispetto di alcuni vincoli in forma di classe minima di resistenza del calcestruzzo, classe di consistenza dell'impasto, rapporto acqua/cemento (a/c), dimensione dell'aggregato, copriferro, dosaggio di cemento e presenza d'aria, in caso di rischio di gelo.

Gli ambienti sono così classificati mediante la definizione di un'opportuna "classe d'esposizione", che li caratterizza.

La norma prevede sei diverse classi d'esposizione ambientale, per le quali esistono più sottoclassi, in modo da potere identificare in modo sufficientemente accurato quella di appartenenza.

Per quanto riguarda i viadotti della tratta in esame si riporta nel seguito la tabella di corrispondenza tra le classi d'esposizione richieste per i calcestruzzi da impiegare per l'esecuzione dei diversi elementi di cui si compone il manufatto e le singole caratteristiche sopra menzionate.

| PRESCRIZIONI SUI MATERIALI PER VIADOTTI | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|----------------------------|------------------|------------------------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|------------------------------|
| MATERIALI | CLASSE DI RESISTENZA PRESCRITTA (Mpa) | CLASSE DI CONSISTENZA (cm) | RAPPORTO max A/C | CLASSE DI ESPOSIZIONE UNI EN 206-1 | DIM. max AGGREGATO | COPRIFERRO (mm) | DOSAGGIO CEMENTO (Kg/mc) | CONTENUTO MINIMO DI ARIA (%) |
| PALI | $R_{ck} \geq 30$ | S3 (10-15) | 0.50 | XC2 | 25 | 50 | 300 | - |
| DIAFRAMMI | $R_{ck} \geq 30$ | S3 (10-15) | 0.50 | XC2 | 25 | 50 | 300 | - |
| FONDAZIONI (PILE - SPALLE) | $R_{ck} \geq 35$ | S3 (10-15) | 0.50 | XC2 | 25 | 50 | 340 | - |
| ELEVAZIONE SPALLE | $R_{ck} \geq 35$ | S3 (10-15) | 0.50 | XC2+XF2 | 25 | 50 | 340 | 4 |
| PILE E PULVINI E PARETI | $R_{ck} \geq 35$ | S3 (10-15) | 0.50 | XC2+XF2 | 16 | 45 | 340 | 4 |
| SOLETTA IMPALCATO | $R_{ck} \geq 40$ | S4 16-21) | 0.50 | XC4+XF3 | 16 | 30 | 320 | 4 |
| IMPALCATO A CASSONE IN AVANZAMENTO | $R_{ck} \geq 45$ | S4 16-21) | 0.45 | XF4 | 25 | 35 | 340 | 4 |
| IMPALCATO A CASSONCINI AFFIANCATI | $R_{ck} \geq 55$ | S4 (16-21) | 0.55 | XC3 | 16 | 25 | 400 | 4 |

1.7 TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE

1.7.1 Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione, dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati.

La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivo dovranno essere tarati almeno una volta al mese o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Il dispositivo di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

Si dovrà disporre all'impianto, nel caso di guasto dell'apparecchiatura automatica di carico dei componenti, di tabelle riportanti le pesate cumulative dei componenti per tutte le miscele approvate e per le diverse quantità miscelate in funzione della variazione di umidità della sabbia.

Gli inerti dovranno essere tassativamente ed accuratamente lavati in modo tale da eliminare materiali dannosi o polveri aderenti alla superficie.

La percentuale di umidità nelle sabbie non dovrà, di massima, superare l'8% in peso di materiale secco.

Gli inerti dovranno essere stoccati in quantità sufficiente a completare qualsiasi struttura che debba essere gettata senza interruzioni.

Il luogo di deposito dovrà essere di dimensioni adeguate e consentire lo stoccaggio senza segregazione delle diverse pezzature che dovranno essere separate da appositi setti.

Gli aggregati verranno prelevati in modo tale da garantire la rotazione continua dei volumi stoccati.

I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al punto 1.5.5.

Per quanto non specificato, vale la Norma UNI 7163 – 79.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa.

Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

La lavorabilità non potrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del conglomerato cementizio.

L'impiego di fluidificanti, aeranti, plastificanti, potrà essere autorizzato dalla DL, anche se non previsti negli studi preliminari.

In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura possa scendere al di sotto di 278 K (5 °C), se l'impianto di betonaggio non è dotato di un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti o dell'acqua tale da garantire che la temperatura dell'impasto, al momento del getto sia superiore a 287 K (14 °C).

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 273 K (0 °C).

Nel luogo di produzione ed in cantiere dovranno essere installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

1.7.2 Trasporto

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori comunque a discrezione della Direzione dei Lavori.

Lo scarico dei componenti nel tamburo delle autobetoniere dovrà avvenire in modo che una parte dell'acqua e di aggregato grosso venga scaricata prima del cemento e degli altri aggregati.

Le betoniere dovranno essere esaminate periodicamente per verificare l'eventuale diminuzione di efficacia dovuta sia all'accumulo di conglomerato indurito o legante che per l'usura delle lame.

Ogni carico di conglomerato cementizio dovrà essere accompagnato da una bolla sulla quale dovranno essere riportati:

- data;
- classe di conglomerato;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- dimensione massima dell'aggregato;
- il rapporto acqua/cemento;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi trasportati;
- l'ora di partenza dall'impianto di confezionamento;
- la struttura a cui è destinato.

L'Impresa dovrà esibire detta documentazione alla DL.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al punto 1.5.5 della presente sezione.

La lavorabilità dell'impasto sarà controllata, secondo quanto indicato nel punto 1.5.3, sia all'uscita dell'impianto di betonaggio o dalla bocca della betoniera, sia al termine dello scarico in opera, la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI 7163 – 79, salvo l'uso di particolari additivi.

Se il conglomerato cementizio viene pompato, il valore dello "slump" dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa.

In ogni caso il tempo intercorrente tra il confezionamento all'impianto ed il getto non dovrà essere superiore ai 90 minuti.

E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

1.7.3 Posa in opera

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.

Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa di opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti. Sono previste casseforme per getti faccia a vista delle pile.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la Superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Per la finitura superficiale delle solette di transizione è prescritto l'uso di piastre vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale, saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento, immediatamente dopo il disarmo, ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malta fine di cemento a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento a ritiro compensato.

Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.

L'altezza di caduta libera del conglomerato fresco non dovrà mai essere superiore a 100 cm misurati dall'uscita dello scivolo o dalla bocca del tubo convogliatore.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

Durante la posa in opera i vespai di ghiaia, eventualmente formatisi, 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 vibrato efficacemente.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli, preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo Impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.

La massa volumica del conglomerato cementizio indurito, misurata secondo la Norma UNI 6394 su provini prelevati dalla struttura, non dovrà risultare inferiore al 97% della massa volumica della miscela fresca misurata nelle prove di qualificazione e/o di quella dichiarata nel mix design.

1.7.3.1 Riprese di getto

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive, e senza che l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiore compensi.

Nel caso ciò non fosse possibile, prima di effettuare la ripresa, la superficie di conglomerato cementizio indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata ed eventualmente scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa da garantire una perfetta aderenza tra i getti successivi.

Tra le diverse riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore.

1.7.3.2 Posa in opera in climi freddi

Il clima si definisce freddo quando la temperatura risulta inferiore a 278 K (5 °C).

Valgono le prescrizioni riportate nel punto 1.7.1 della presente sezione.

Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore a 287 K (14 °C) e che non siano congelate o innestate le superfici di fondo o di contenimento del getto.

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 273 K (0 °C).

1.7.3.3 Posa in opera in climi caldi

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 306 K (33 °C), la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 298 K (25 °C), per getti massivi tale limite dovrà essere convenientemente abbassato.

Al fine di abbassare la temperatura del conglomerato cementizio potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto.

Per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa preventivamente autorizzati dalla DL.

E' tassativo l'obbligo di adottare adeguati sistemi di protezione delle superfici esposte.

Per i tempi di rimozione dei casseri si dovrà rispettare quanto previsto nella Norma UNI 9858.

1.7.4 Stagionatura e disarmo

1.7.4.1 Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656 : tipi 1 e 2.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra. I prodotti antievaporanti dovranno tuttavia essere rimossi mediante sabbiatura o idrosabbiatura prima della posa dei successivi strati (impermeabilizzazioni, verniciature, pavimentazioni, ecc).

E' ammesso in alternativa l'impiego, a discrezione della Direzione dei Lavori, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5-1,5 kg/m³.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

Di norma viene esclusa l'accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera.

In casi particolari la DL potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

1.7.4.2 Maturazione accelerata con trattamenti termici

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa a discrezione della Direzione dei Lavori, qualora siano state condotte indagini sperimentali sul trattamento termico che si intende adottare.

In particolare, si dovrà controllare che ad un aumento delle resistenze iniziali non corrisponda una resistenza finale minore di quella che si otterrebbe con maturazione naturale.

Dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K (30 °C);
- il gradiente di temperatura di riscaldamento e quello di raffreddamento non deve superare 15 K/h (°C/h), e dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo quarto punto;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (60 °C);
- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del conglomerato cementizio e ambiente a contatto con il manufatto non dovrà superare i 10 K (10 °C);
- 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;
- la procedura di controllo di cui al punto precedente, dovrà essere rispettata anche per i conglomerati cementizi gettati in opera e maturati a vapore.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termo-igrometriche della struttura secondo quanto indicato dalla Norma UNI 6127.

1.7.4.3 Disarmo

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

La rimozione dell'armatura di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008.

Si dovrà controllare che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

La DL potrà prescrivere che le murature di calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione.

In tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

1.7.4.4 Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari e imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc).

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti a faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate, e devono seguire le indicazioni di progetto.

I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco relativi alle singole classi di conglomerato.

Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di copertura, l'elenco prezzi allegato a questo Capitolato, prevederà espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto, unitamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butiadene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone poliuretano, polioisopropilene, polioisocloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, potrà essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliciche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.).

In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

Nell'esecuzione dei manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione.

I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.

Per la formazione dei fori l'Impresa avrà diritto al compenso previsto nella apposita voce dell'Elenco Prezzi, comprensiva di tutti gli oneri e forniture per dare il lavoro finito a regola d'arte.

1.7.4.5 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori

quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle di ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere di interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti.

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

1.7.4.6 Armature per c.a.

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; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nel D.M. 14/gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3 cm e comunque come indicato dal progettista.

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm e comunque come indicato dal progettista.

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 la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

E' a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

1.7.4.7 Armatura di precompressione

L'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alle prescrizioni contenute nei calcoli statici e nei disegni esecutivi per tutte le disposizioni costruttive, ed in particolare per quanto riguarda:

- il tipo, il tracciato, la sezione dei singoli cavi;
- le fasi di applicazione della precompressione;
- la messa in tensione da uno o da entrambi gli estremi;
- le eventuali operazioni di ritaratura delle tensioni;
- i dispositivi speciali come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa, ecc.

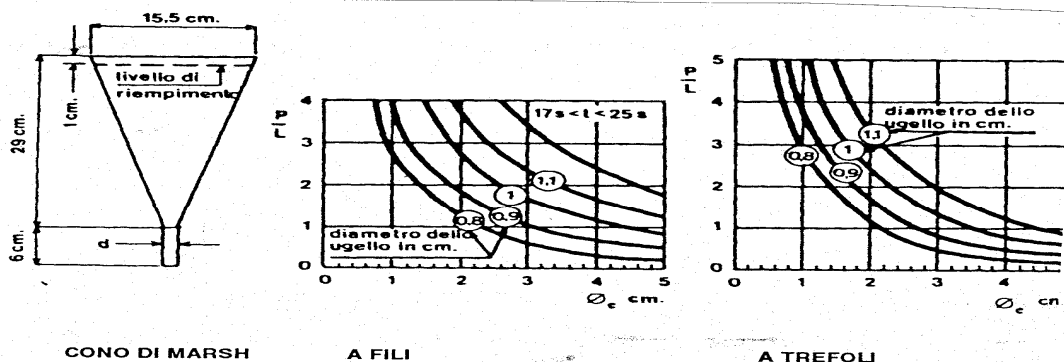
Oltre a quanto prescritto delle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Impresa dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego di appositi supporti, realizzati per esempio con pettini in tondini di acciaio.

1.7.4.7.1 Iniezione nei cavi di precompressione

Boiacche cementizie per le iniezioni nei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. nuove

Nelle strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con cavi scorrevoli, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto proteggere i cavi dalla corrosione, è necessario che le guaine vengano iniettate con boiaccia di cemento reoplastica, fluida pompabile ed a ritiro compensato (è richiesto un leggero effetto espansivo).

Tale boiaccia preferibilmente pronta all'uso previa aggiunta di acqua, oppure ottenuta da una miscela di cemento speciale, additivo in polvere, dosato in ragione del 5 - 6% sul peso del cemento, ed acqua, non dovrà contenere



CONO DI MARSH

A FILI

A TREFOLI

Dove:

P = pressione dell'iniezione (g/cm²)

L = lunghezza della guaina (cm)

$\phi_e = \sqrt{\phi G^2 - n \cdot \phi^2}$ [diametro equivalente in funzione della guaina (ϕ G), del diametro dei fili (ϕ f) e del loro numero (n)].

(2) Misura della essudazione della malta.

Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cm³, Ø 6 cm, con 6 cm di malta). La provetta deve essere tenuta in riposo e al riparo dall'aria. La misura si effettua 3 ore dopo il mescolamento, con lettura diretta oppure con pesatura prima e dopo lo svuotamento con pipetta dell'acqua trasudata.

cloruri né polvere di alluminio, né coke, né altri agenti che provocano espansione mediante formazione di gas capaci di innescare fenomeni di corrosione.

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge (D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni"), si precisa quanto segue, intendendosi sostituite dalle prescrizioni che seguono (più restrittive) parte delle prescrizioni analoghe contenute nel citato D.M.:

1) La fluidità della boiaccia di iniezione dovrà essere misurata con il cono di Marsh (punto 1.8.4.7.1.1) per ogni impasto all'entrata delle guaine e per ogni guaina all'uscita; l'iniezione continuerà finché la fluidità della boiaccia in uscita sarà paragonabile a quella in entrata. Si dovrà provvedere con appositi contenitori affinché la boiaccia di sfrido non venga scaricata senza alcun controllo sull'opera o attorno ad essa. Una più accurata pulizia delle guaine ridurrà l'entità di questi sfridi.

2) L'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità, almeno 4000 - 5000 giri/min (con velocità tangenziale minima di 14 m/sec), è proibito l'impasto a mano, il tempo di mescolamento verrà fissato di volta in volta in base ai valori del cono di Marsh.

3) Prima di essere immessa nella pompa la malta dovrà essere vagliata con setaccio a maglia di 2 mm di lato.

4) L'essudazione non dovrà essere superiore allo 2% del volume (punto 1.8.4.7.1.2).

5) Il tempo d'inizio presa non dovrà essere inferiore a tre ore (a 303 k) (a 30 °C).

6) È tassativamente prescritta la disposizione di tubi di sfiato in corrispondenza di tutti i punti più elevati di ciascun cavo, comprese le trombette ed i cavi terminali.

Ugualmente dovranno esserci tubi di sfiato nei punti più bassi dei cavi lunghi e con forte dislivello.

All'entrata di ogni guaina dovrà essere posto un rubinetto, valvola o altro dispositivo, atti a mantenere, al termine dell'iniezione, la pressione entro la guaina stessa per un tempo di almeno 5 h.

7) L'iniezione dovrà avere carattere di continuità e non potrà venire assolutamente interrotta.

In caso di interruzioni dovute a causa di forza maggiore e superiori a 5 min, il cavo verrà lavato e l'iniezione andrà ripresa dall'inizio.

8) È preferibile l'impiego di cemento tipo 32,5 (usando il 42,5 solo per gli impieghi in inverno).

1.7.4.7.1.1 Misura della fluidità con il cono di Marsh

L'apparecchio dovrà essere costruito in acciaio inossidabile ed avere forma e dimensioni come in figura, con ugello intercambiabile di diametro d variabile da 8 mm a 11 mm.

La fluidità della boiaccia sarà determinata misurando il tempo totale di Scolo di 1000 cm³ di malta (essendo la capacità totale del cono di 2000 cm³, il tempo totale di scolo va diviso per due).

La fluidità della boiaccia sarà ritenuta idonea quando detto tempo di scolo di 1000 cm³, sarà compreso tra 13 e 25 sec subito dopo l'impasto (operando alla temperatura di 293 K).

La scelta del diametro dell'ugello dovrà essere fatta sulla base degli abachi in figura, rispettivamente per cavi a fili e a trefoli.

1.7.4.7.1.2 Misura dell'essudazione della boiaccia (bleeding).

Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cm³, Ø = 6 cm, riempita con 100 cm³ di boiaccia). La provetta deve essere tenuta in riposo al riparo dall'aria.

La misura si effettua tre ore dopo il mescolamento con lettura diretta oppure con pesatura prima e dopo lo svuotamento con pipetta dell'acqua trasudata.

1.7.5 Prescrizioni particolari per i getti massivi (fondazione ed elevazione di pile e spalle) dei viadotti

Per i calcestruzzi in esame si dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

- Cemento secondo UNI EN 197-1.
- Gli inerti dovranno essere conformi alle UNI 8520/2 di categoria A. In caso di pompabilità del conglomerato il modulo di finezza della sabbia dovrà essere compreso tra 2.4 e 3.0, la percentuale di passante allo 0.30 dovrà essere compresa tra il 15 e il 30% in peso, la percentuale di passante allo 0.15 dovrà essere compresa tra il 5 e il 10% in peso.
- E' consentito l'uso di additivo superfluidificante a rilascio progressivo purchè sia in possesso delle seguenti caratteristiche:
 - consentire una riduzione di acqua di almeno il 20 % rispetto al calcestruzzo tal quale di pari consistenza S5 non additivato;
 - consentire il mantenimento della consistenza S5 per almeno 60 minuti, come sopra indicato. Nella fase di definizione del superfluidificante e di approvazione della miscela dovrà essere procurata, da chi produrrà il calcestruzzo, accurata documentazione che attesti che l'additivo scelto consente effettivamente una riduzione dell'acqua e un mantenimento della consistenza nei termini sopra richiesti;
 - dovrà essere a base di polycarbosillati eteri;
 - dovrà essere conforme alle UNI EN 944-2, UNI EN 480 (1-2) e UNI EN 10765;
 - il dosaggio sarà mediamente di 1.0 - 1.4 lt/100 kg di cemento; la scelta dell'additivo e il relativo dosaggio ottimale saranno comunque determinati in funzione delle caratteristiche degli inerti e del cemento realmente utilizzati e delle condizioni tecnico-operative (temperature esterne, tempo di trasporto dalla centrale di confezionamento, ecc.).

1.7.5.1 Note esecutive per i getti

La temperatura del calcestruzzo fresco nel periodo tra miscelazione e getto dovrà essere compresa tra 5÷25°C.

Nel caso di esecuzione nel periodo caldo la limitazione della temperatura al momento del getto potrà ottenersi facendo in modo che le temperature dei singoli componenti vengano opportunamente limitate (gli inerti non dovranno essere soggetti a insolazione diretta ma protetti e il cemento dovrà essere consegnato dal cementificio con temperatura il più possibile vicina a quella ambientale).

Nel caso di getto con temperature esterne inferiori a 5 °C e comunque non inferiori a 0 °C, la temperatura del calcestruzzo non dovrà essere inferiore a 10 °C (ciò sarà ottenuto preriscaldando gli inerti e/o mediante l'uso di acqua calda). Si dovranno predisporre opportuni accorgimenti per evitare gli effetti del gelo (protezione con teli, strati di polistirolo, ecc.) fino al raggiungimento di una resistenza di almeno 6 MPa. In particolare nella stagione fredda, oltre a far sì che la temperatura del calcestruzzo al momento della messa in opera non sia inferiore a 10 °C, si deve impedire uno smaltimento eccessivamente rapido nei riguardi sia degli effetti del gelo, sia degli effetti legati a una differenza termica superiore a 20 °C tra interno del calcestruzzo ed ambiente. Il disarmo non dovrà essere effettuato in corrispondenza dei picchi termici tenendo conto che la temperatura totale è data dalla temperatura di impasto sommata alla temperatura di idratazione, e comunque non prima che la differenza termica tra interno e superficie del calcestruzzo sia inferiore o uguale a 20 °C. Al disarmo i casseri verranno staccati di qualche centimetro dalla superficie e lasciati in tale posizione per qualche ora, per essere poi asportati.

Nella messa in opera l'altezza di getto non dovrà superare i 2 m onde evitare effetti di separazione dell'impasto con formazione di vespai, alveoli, ecc. A tale scopo si utilizzeranno opportunamente tubi getto per il convogliamento del calcestruzzo all'interno dei casseri. Il tubo-getto sarà disposto all'interno della struttura fino quasi a toccare il fondo del getto precedente, mano a mano che il calcestruzzo verrà pompato, il tubo-getto verrà via via sollevato.

1.8 Miscele a bassa viscosità per le iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. esistenti

Le presenti norme regolano l'esecuzione di iniezioni con miscele a bassa viscosità delle guaine di cavi di precompressione di strutture in c.a.p. esistenti con grado di riempimento variabile.

A seconda del tipo di guaine da riempire, del loro numero e del loro grado di riempimento, dovrà essere deciso il tipo di materiale da usare (resine epossidiche pure o caricate o boiacche di cemento pronte all'uso) e le modalità d'iniezione (iniezione tradizionale, da più fori oppure iniezioni sotto vuoto).

Nel caso di riempimento di guaine completamente vuote saranno sempre usati materiali di tipo cementizio.

Nel seguito sono riportate le caratteristiche che i materiali devono possedere e le modalità da seguire per le iniezioni.

1.8.1 Caratteristiche dei materiali

1.8.1.1 Iniezione con sistemi epossidici

- **Tipo di resina:** sistema epossidico costituito unicamente da resina bicomponente (A+B), pigmentato solo su richiesta della Direzione Lavori. La Direzione Lavori, a seconda delle presumibili dimensioni dei vuoti all'interno delle guaine ed in relazione alle circostanze emerse durante il lavoro di iniezione, potrà ordinare l'uso di cariche (per esempio cemento) che comunque dovranno essere di natura basica o neutra.
- **Tempo di presa:** riferito al sistema epossidico puro. Dovrà essere compatibile con le esigenze del lavoro e comunque non inferiore a 2 h. Per particolari condizioni operative la Direzione Lavori potrà richiedere tempi di presa superiori.
POT-LIFE misurato (secondo SECAM) alla temperatura 293 ± 1 K e umidità relativa del 65% \pm 5% in bicchiere di vetro della capacità di 100 cm³ su quantità di So cm³ di miscela (media su 5 prove).
- **Viscosità:** riferita al sistema epossidico puro, non dovrà essere superiore a 180 cps a 293 ± 1 K ed umidità relativa di 65% \pm 5%. La sua determinazione potrà essere fatta mediante misura diretta o con tazza FORD 4 termostata (media su 5 prove).
- **Ritiro:** dovrà risultare minore dello 0,19, misurato secondo norma UNI-PLAST 4285 (media su 5 prove).
- **Comportamento in presenza d'acqua:** l'eventuale presenza di acqua nelle guaine non dovrà costituire impedimento alla policondensazione della miscela.
- **Protezione chimica dei ferri d'armatura:** la miscela dovrà avere pH basico, compreso tra 10,5 e 12,5; tale valore verrà misurato sulla resina miscelata (A + B), nel rapporto di catalisi di fornitura, diluita con acqua distillata, per avere la necessaria bagnabilità del rilevatore.

1.8.1.2 Iniezione con boiacche cementizie

- **Tipo di boiaccia cementizia:** boiaccia cementizia preconfezionata, pronta all'uso con la semplice aggiunta di acqua, esente da aggregati metallici, di viscosità molto bassa pur con rapporti acqua/cemento non superiori a 0,38.
- **Viscosità:** la viscosità verrà valutata con cono di Marsh, ugello da mm 12, secondo le modalità indicate al punto 16.1.1.; il tempo di scolo di 1000 cm³ non dovrà essere superiore a trenta secondi nella boiaccia appena confezionata e dovrà mantenersi costante per almeno 30 min.
- **Ritiro:** la boiaccia dovrà essere priva di ritiro; è preferibile un comportamento espansivo.
- **Essudazione (Bleeding):** il materiale dovrà essere esente da bleeding.
- **Resistenza meccanica:** la resistenza meccanica alla compressione semplice su provini cubici di 7 o 10 cm di lato dovrà risultare non inferiore a 25 MPa dopo 3 giorni, 35 MPa dopo 7 giorni ed a 50 MPa dopo 28 giorni con una massa volumica degli stessi non inferiore a 18,5 kN/m³.

Le suddette caratteristiche dovranno essere definite per ogni lotto di miscela prodotta.

1.8.2 Modalità di iniezione

1.8.2.1 Iniezioni tradizionali

Preliminarmente, sulle travi nelle quali è stato già individuato il presumibile tracciato dei cavi di precompressione mediante misure geometriche effettuate con riferimento ai disegni di progetto e con l'ausilio di sondaggi eseguiti con apposita apparecchiatura elettromagnetica e/o ad ultrasuoni, si dovrà procedere alla localizzazione delle guaine

mediante tasselli effettuati con microdemolitori (Normalmente con un passo di 3-4 m su ogni cavo partendo dal centro della trave).

Non tutti i tasselli serviti per localizzare e valutare lo stato delle guaine saranno attrezzati per l'iniezione, ma soltanto quelli più idonei; su di essi si applicheranno i tubetti d'iniezione provvisti di apposita cuffia, da sigillare con paste collanti epossidiche, previa accurata pulizia del supporto; qualora la profondità del tassello sia rilevante, la pasta collante sarà stesa in più strati successivi. Le stuccature dovranno essere impermeabili al tipo di materiale usato nell'iniezione e, nel caso di iniezioni sottovuoto, dovranno permettere la formazione di quest'ultimo.

Tubetti di iniezione verranno introdotti anche nei fori degli ancoraggi dei cavi, preliminarmente scoperti e Puliti, eventualmente riperforati con trapano, quindi stuccati con la pasta di cui sopra.

I tasselli non utilizzati per l'iniezione delle guaine saranno chiusi mediante malta reoplastica fluida non segregabile, tixotropica, a basso calore d'idratazione, priva di ritiro, ad elevata resistenza meccanica ed elevato potere adesivo all'acciaio ed al conglomerato cementizio. La stuccatura verrà rinforzata e supportata con una rete elettrosaldada debitamente ancorata, mediante saldature o legature alle armature esistenti.

Si procederà, inoltre, a stuccature e riparazioni di zone di conglomerato cementizio poroso, vespai ecc. in modo da chiudere possibili vie di uscita dei materiali di iniezione.

Tali stuccature saranno effettuate con paste a base epossidica e, quando previsto dal progetto, anche rinforzate con reti metalliche.

Dopo almeno 48 h dall'ultimazione della stuccatura, si procederà alla soffiatura all'interno delle guaine per eliminare eventuali sacche d'acqua e per valutare la consistenza dei vuoti nei vari tratti.

Si procederà quindi alla iniezione della miscela scegliendo il punto iniziale in base alle risultanze della soffiatura.

In linea di massima sarà conveniente partire dai fori di iniezione in mezzera della trave dove sono in comunicazione gran parte delle guaine e procedere sino alla fuoriuscita (se possibile) della miscela dai primi tubetti posti ai lati del punto di iniezione.

Si inietteranno poi questi ultimi e, via via, quelli adiacenti, in successione, fino ad ottenere la fuoriuscita della miscela dalle testate dei cavi.

Naturalmente i tubi già iniettati dovranno essere man mano sigillati. La pressione d'iniezione dovrà essere la più bassa possibile, compatibilmente con l'esigenza di ottenere un buon riempimento dei cavi e comunque in nessun caso si dovranno superare i 5 bar.

1.8.2.2 Iniezioni sottovuoto

Potranno essere usate tecniche di iniezione sottovuoto, cioè provocando con apposita attrezzatura aspirante un vuoto dell'ordine di i bar nelle cavità da iniettare e ammettendo poi il materiale di riempimento.

Le modalità di preparazione di fori di iniezione e la loro ubicazione sono analoghe a quelle descritte per le iniezioni tradizionali con la variante che sarà necessario, una volta decisi i punti in cui applicare gli iniettori, effettuare una prima valutazione della possibilità di creare il vuoto e dell'entità del volume delle cavità presenti.

La prima valutazione tende ad individuare la necessità o meno di effettuare gli interventi di tenuta e le zone dove dovranno essere eseguite tali stuccature; la seconda a stimare i consumi e, principalmente, a controllare, a iniezione terminata, che tutti i vuoti valutati siano stati riempiti.

A seconda dell'attrezzatura disponibile la valutazione si effettuerà tramite misura (con contaltri) del volume d'aria ammesso nella cavità, dopo aver effettuato il vuoto, oppure in base alla legge di Mariotte.

A questo punto si procederà alle iniezioni vere e proprie con il materiale di riempimento prescelto; il materiale introdotto nella cavità per azione del vuoto dovrà, a passaggio terminato, essere posto sotto una pressione di 2 - 3 bar prima del bloccaggio del tubo d'iniezione.

Occorrerà anche valutare il volume del materiale entrato in genere misurando il consumo in chilogrammi e passando al volume (V_m) per tramite del peso specifico del materiale stesso, oppure valutando direttamente il volume del materiale iniettato.

Il rapporto $V_m/V_1 \cdot 100$ (grado di riempimento) verrà indicato per ogni singola iniezione.

1.8.2.3 Prove

Per accertare la rispondenza ai requisiti richiesti, i materiali dovranno essere sottoposti a prove presso un Laboratorio Ufficiale con la frequenza indicata dalla Direzione Lavori.

1.8.2.4 Tesatura delle armature di precompressione

L'Impresa durante le operazioni di tesatura dovrà registrare, su appositi moduli, da consegnare in copia alla DL, i tassi di precompressione e gli allungamenti totali o parziali di ciascun trefolo o cavo della struttura. Nelle strutture ad armatura pre-tesa le armature di precompressione dovranno essere ricoperte dal conglomerato cementizio per tutta la loro lunghezza.

1.9 Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso

La documentazione da depositarsi ai sensi dei punti a), b), c), d) dell'art.9 della legge 5 novembre 1971 dovrà dimostrare la completa rispondenza dei manufatti prefabbricati alle prescrizioni di cui alle presenti norme.

La relazione dovrà essere firmata da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista.

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori.

A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle presenti Norme.

I certificati delle prove saranno conservati dal produttore, che opera con sistemi di qualità certificati.

Ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n° 1086, ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengano esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti di impiego dei manufatti stessi.

Ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà inoltre essere accompagnata, anche da un certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal tecnico responsabile della produzione previsto al terzo comma.

Il certificato dovrà garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata al Ministero dei LL.PP., e portare l'indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista.

In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti prefabbricati potranno essere accettati senza ulteriori esami o controlli.

Copia del certificato di origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 6 della legge 5 novembre 1971, n°1086.

Il deposito ha validità triennale.

1.10 Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in parte isolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Per i getti di superficie in vista (pile) dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianza sulle facce in vista del getto.

La superficie esterna dei getti in conglomerato cementizio dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie od altro che ne pregiudichi l'uniformità e la compattezza e ciò sia ai fini della durabilità dell'opera che dell'aspetto estetico.

Per la ripresa dei getti dovranno essere adottati gli accorgimenti indicati al punto 1.8.3.1.

Le parti componenti i casseri dovranno risultare a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetatura a perdere, inglobata nell'opera, si dovrà verificare la sua funzionalità se è elemento portante e che non sia dannosa se è elemento accessorio.

I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Si dovrà far uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui che non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. Se verranno impiegate casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto e, qualora espressamente previsto nel progetto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata nel qual caso la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora sia prevista la realizzazione di conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'impiego dei disarmanti dovrà essere subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore.

1.11 Acciaio per c.a. e c.a.p.

Controlli

Dovranno essere osservate le prescrizioni previste al § 11.3.1.1 del DM 14/01/2008 che prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

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

A tale riguardo si definiscono:

Lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.

Forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

Lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

Controlli di produzione in stabilimento e procedure di qualificazione

Dovranno essere osservate le prescrizioni previste al § 11.3.1.2 del DM 14/01/2008:

Tutti gli acciai, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione. Fatto salvo quanto disposto dalle norme europee armonizzate, ove applicabili, il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme disponibili UNI EN 10080:2005, della serie UNI EN 10025:2005, UNI EN 10210:2006 e UNI EN 10219:2006.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del DPR n.246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CEE, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata. Il Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici è

organismo abilitato al rilascio dell'attestato di qualificazione per gli acciai di cui sopra. L'inizio della procedura di qualificazione deve essere preventivamente comunicato al Servizio Tecnico Centrale allegando una relazione ove siano riportati:

- 1) elenco e caratteristiche dei prodotti che si intende qualificare (tipo, dimensioni, caratteristiche meccaniche e chimiche, ecc.);

- 2) indicazione dello stabilimento e descrizione degli impianti e dei processi di produzione;
- 3) descrizione dell'organizzazione del controllo interno di qualità con indicazione delle responsabilità aziendali;
- 4) copia della certificazione del sistema di gestione della qualità;
- 5) indicazione dei responsabili aziendali incaricati della firma dei certificati;
- 6) descrizione particolareggiata delle apparecchiature e degli strumenti del Laboratorio interno di stabilimento per il controllo continuo di qualità;
- 7) dichiarazione con la quale si attesti che il servizio di controllo interno della qualità sovrintende ai controlli di produzione ed è indipendente dai servizi di produzione;
- 8) modalità di marchiatura che si intende adottare per l'identificazione del prodotto finito;
- 9) descrizione delle condizioni generali di fabbricazione del prodotto nonché dell'approvvigionamento delle materie prime e del prodotto intermedio (billette, rotoli, vergella, lamiere, laminati, ecc.);
- 10) copia controllata del manuale di qualità aziendale, coerente alla norma UNI EN ISO 9001:2000.

Il Servizio Tecnico Centrale verifica la completezza e congruità della documentazione presentata e procede a una verifica documentale preliminare della idoneità dei processi produttivi e del Sistema di Gestione della Qualità nel suo complesso. Se tale verifica preliminare ha esito positivo, il Servizio Tecnico Centrale potrà effettuare una verifica ispettiva presso lo stabilimento di produzione. Il risultato della Verifica Documentale Preliminare unitamente al risultato della Verifica Ispettiva saranno oggetto di successiva valutazione da parte del Servizio Tecnico Centrale per la necessaria ratifica e notifica al produttore. In caso di esito positivo il Produttore potrà proseguire nella Procedura di Qualificazione del Prodotto. In caso negativo saranno richieste al Produttore le opportune azioni correttive che dovranno essere implementate. La Procedura di Qualificazione del Prodotto continua con:

- esecuzione delle Prove di Qualificazione a cura di un Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato dal Servizio Tecnico Centrale su proposta del produttore secondo le procedure di cui ai paragrafi successivi;
- invio dei risultati delle prove di qualificazione da sottoporre a giudizio di conformità al Servizio Tecnico Centrale da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato;
- in caso di giudizio positivo il Servizio Tecnico Centrale provvede al rilascio dell'Attestato di Qualificazione al produttore e inserisce il Produttore nel Catalogo Ufficiale dei Prodotti Qualificati che sarà reso pubblicamente disponibile;
- in caso di giudizio negativo, il Produttore può individuare le cause delle non conformità, apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione sia al Servizio Tecnico Centrale che al Laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di qualificazione. Il prodotto può essere immesso sul mercato solo dopo il rilascio dell'Attestato di Qualificazione. La qualificazione ha validità 5 (cinque) anni.

Mantenimento e rinnovo della qualificazione

Dovranno essere osservate le prescrizioni previste al § 11.3.1.3 del DM 14/01/2008.

Per il mantenimento della qualificazione i Produttori sono tenuti, con cadenza semestrale entro 60 giorni dalla data di scadenza del semestre di riferimento ad inviare al Servizio Tecnico Centrale:

- 1) dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità del processo produttivo, dell'organizzazione del controllo interno di produzione in fabbrica;
- 2) i risultati dei controlli interni eseguiti nel semestre sul prodotto nonché la loro elaborazione statistica con l'indicazione del quantitativo di produzione e del numero delle prove;
- 3) i risultati dei controlli eseguiti nel corso delle prove di verifica periodica della qualità, da parte 357 del laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato;
- 4) la documentazione di conformità statistica dei parametri rilevati (di cui ai prospetti relativi agli acciai specifici) nel corso delle prove di cui ai punti 2) e 3). Per la conformità statistica tra i risultati dei controlli interni ed i risultati dei controlli effettuati dal Laboratorio incaricato, devono essere utilizzati metodi statistici di confronto delle varianze e delle medie delle due serie di dati, secondo i procedimenti del controllo della qualità (a tal fine si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 6809:1972 e UNI 6806:1972). Il Produttore deve segnalare al Servizio Tecnico Centrale ogni eventuale modifica al processo produttivo o al sistema di controllo anche temporanea. Il Servizio Tecnico Centrale esamina la documentazione, ne accerta la conformità ai requisiti previsti nelle presenti norme e rilascia l'Attestato di Conferma della qualificazione. Ogni sospensione della produzione deve essere tempestivamente comunicata al Servizio Tecnico Centrale indicandone le motivazioni. Qualora la produzione venga sospesa per oltre un anno, la procedura di qualificazione deve essere ripetuta. La sospensione della produzione non esenta gli organismi incaricati dall'effettuare le visite di ispezione periodica della qualità di processo. Il Servizio Tecnico Centrale può effettuare o far effettuare, in qualsiasi momento, al Laboratorio incaricato ulteriori visite ispettive finalizzate all'accertamento della sussistenza dei requisiti previsti per la qualificazione. Al termine del periodo di validità di 5 (cinque) anni dell'Attestato di Qualificazione il produttore deve chiedere il rinnovo, il Servizio Tecnico Centrale, valutata anche la conformità relativa all'intera documentazione fornita nei 5 (cinque) anni precedenti, rinnoverà la qualificazione. Il mancato invio della documentazione di cui sopra entro i previsti

sessanta giorni ovvero l'accertamento da parte del Servizio Tecnico Centrale di rilevanti non conformità, comporta la sospensione ovvero la decadenza della qualificazione.

Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati

Dovranno essere osservate le prescrizioni previste al § 11.3.1.4 del DM 14/01/2008

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità. Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione. Per stabilimento si intende una unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato. Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali ad esempio l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane comunque l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda barre e rotoli. Comunque, per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marciare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marchiatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione 358 (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.) il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio nonché al lotto di produzione e alla data di produzione. Tenendo presente che l'elemento determinante della marchiatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo e, dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marchiatura dichiarate nella documentazione presentata al Servizio Tecnico Centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate. La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non mpiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marchiata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marchiatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale. Nel primo caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal Direttore dei Lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale. I produttori ed i successivi intermediari devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni. Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, il costruttore deve inoltre assicurare la conservazione della medesima documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico. Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal Servizio Tecnico Centrale. Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti Norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso. In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il Laboratorio incaricato è tenuto ad informare di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

Forniture e documentazione di accompagnamento

Dovranno essere osservate le prescrizioni previste al § 11.3.1.5 del DM 14/01/2008:

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale. L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo. Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto. Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso. Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

Prove di qualificazione e verifiche periodiche della qualità

Dovranno essere osservate le prescrizioni previste al § 11.3.1.6 del DM 14/01/2008

I laboratori incaricati, di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, devono operare secondo uno specifico piano di qualità approvato dal Servizio Tecnico Centrale. I certificati di prova emessi dovranno essere uniformati ad un modello standard elaborato dal Servizio Tecnico Centrale.

I relativi certificati devono contenere almeno:

- l'identificazione dell'azienda produttrice e dello stabilimento di produzione;
- l'indicazione del tipo di prodotto e della eventuale dichiarata saldabilità;
- il marchio di identificazione del prodotto depositato presso il Servizio Tecnico Centrale;
- gli estremi dell'attestato di qualificazione nonché l'ultimo attestato di conferma della qualificazione (per le sole verifiche periodiche della qualità);
- la data del prelievo, il luogo di effettuazione delle prove e la data di emissione del certificato;
- le dimensioni nominali ed effettive del prodotto ed i risultati delle prove eseguite;
- l'analisi chimica per i prodotti dichiarati saldabili (o comunque utilizzati per la fabbricazione di prodotti finiti elettrosaldati);
- le elaborazioni statistiche previste nei §§: 11.3.2.11, 11.3.2.12, 11.3.3.5 e 11.3.4.10 del DM 14/01/2008.

I prelievi in stabilimento sono effettuati, ove possibile, dalla linea di produzione. Le prove possono essere effettuate dai tecnici del laboratorio incaricato, anche presso lo stabilimento del produttore, qualora le attrezzature utilizzate siano tarate e la loro idoneità sia accertata e documentata. Di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione nel rapporto di prova nel quale deve essere presente la dichiarazione del rappresentante del laboratorio incaricato relativa all'idoneità delle attrezzature utilizzate. In caso di risultato negativo delle prove il Produttore deve individuare le cause e apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione al Laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di verifica. Le specifiche per l'effettuazione delle prove di qualificazione e delle verifiche periodiche della qualità, ivi compresa la cadenza temporale dei controlli stessi, sono riportate rispettivamente nei punti del DM 14/01/2008 seguenti:

§ 11.3.2.11, per acciai per cemento armato in barre o rotoli;

§ 11.3.2.12, per acciai per reti e tralicci elettrosaldati;

§ 11.3.3.5, per acciai per cemento armato precompresso;

§ 11.3.4.11, per acciai per carpenterie metalliche.

Centri di trasformazione

Dovranno essere osservate le prescrizioni previste al § 11.3.1.7 del DM 14/01/2008:

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

Il Centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista al § 11.3.1.5 del DM 14/01/2008.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione, vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti. Il trasformatore deve dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni tali da compromettere le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti originari previste dalle presenti norme.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto, che sovrintende al processo di trasformazione, deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un

organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione, specificata nel seguito, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. I centri di trasformazione sono identificati, ai sensi delle presenti Norme, come "luogo di lavorazione" e, come tali, sono tenuti ad effettuare una serie di controlli atti a garantire la permanenza delle caratteristiche, sia meccaniche che geometriche, del materiale originario. I controlli devono essere effettuati secondo le disposizioni riportate nel seguito per ciascuna tipologia di acciaio lavorato.

Nell'ambito del processo produttivo deve essere posta particolare attenzione ai processi di piegatura e di saldatura. In particolare il Direttore Tecnico del centro di trasformazione deve verificare, tramite opportune prove, che le piegature e le saldature, anche nel caso di quelle non resistenti, non alterino le caratteristiche meccaniche originarie del prodotto. Per i processi sia di saldatura che di piegatura, si potrà fare utile riferimento alla normativa europea applicabile. Per quanto sopra, è fatto obbligo a tali centri di nominare un Direttore Tecnico dello stabilimento che opererà secondo il disposto dell'art. 64, comma 3, del DPR 380/01. I centri di trasformazione sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, indicando l'organizzazione, i procedimenti di lavorazione, le massime dimensioni degli elementi base utilizzati, nonché fornire copia della certificazione del sistema di gestione della qualità che sovrintende al processo di trasformazione. Ogni centro di trasformazione dovrà inoltre indicare un

proprio logo o marchio che identifichi in modo inequivocabile il centro stesso. Nella dichiarazione deve essere indicato l'impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine. Alla dichiarazione deve essere allegata la nota di incarico al Direttore Tecnico del centro di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità, ai sensi delle presenti norme, sui controlli sui materiali. Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione di cui sopra. La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni. Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata: a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione; b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata. Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

1.11.1 Acciaio in barre ad aderenza migliorata – B450C e B450 A

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al precedente e controllati con le modalità riportate nel § 11.3.2.11 del DM 14/01/2008.

Acciaio per cemento armato B450C

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

Tabella 11.3.Ia

| | |
|---------------------|-----------------------|
| $f_{y \text{ nom}}$ | 450 N/mm ² |
| $f_t \text{ nom}$ | 540 N/mm ² |

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab. 11.3.Ib:

Tabella 11.3.Ib

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

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al § 11.3.2.3 del DM 14/01/2008.

11.3.2.2 Acciaio per cemento armato B450A

L'acciaio per cemento armato B450A, caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab.11.3.Ic.

Tabella 11.3.Ic

| CARATTERISTICHE | REQUISITI | FRATTILE (%) |
|--|-------------------|--------------|
| Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} | $\geq f_{y\ nom}$ | 5.0 |
| Tensione caratteristica di rottura f_{tk} | $\geq f_{t\ nom}$ | 5.0 |
| $(f_t/f_y)_k$ | ≥ 1.05 | 10.0 |
| $(f_y/f_{y\ nom})_k$ | ≤ 1.25 | 10.0 |
| Allungamento $(A_{gt})_k$ | $\geq 2,5\ %$ | 10.0 |
| Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche: | | |
| per $\phi \leq 10\ mm$ | 4 ϕ | |

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al § 11.3.2.3 del DM 14/01/2008.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la Posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 14/01/2008.

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

Accertamento delle proprietà meccaniche

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle precedenti tabelle vale quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1: 2004. Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche sono determinate su provette mantenute per 60 minuti a $100 \pm 10\ ^\circ C$ e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente. In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si sostituisce f_y con $f(0,2)$. La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di $20 \pm 5\ ^\circ C$ piegando la provetta a 90° , mantenendola poi per 60 minuti a $100 \pm 10\ ^\circ C$ e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20° . Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

Caratteristiche dimensionali e di impiego

Dovranno essere osservate le prescrizioni previste al § 11.3.2.4 del DM 14/01/2008:

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralacci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni. Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera. La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al § 11.3.1.7.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio. Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti vale quanto indicato al § 11.3.1.4. Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al § 11.3.1.5 Le barre sono caratterizzate dal diametro \varnothing della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a $7,85\ kg/dm^3$. Gli acciai B450C, di cui al § 11.3.2.1, possono essere impiegati in barre di diametro \varnothing compreso tra 6 e 40 mm. Per gli acciai B450A, di cui al § 11.3.2.2 il diametro \varnothing delle barre deve essere compreso tra 5 e 10 mm. L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a $\varnothing 16\ mm$ per B450C e fino a $\varnothing 10\ mm$ per B450A.

Saldabilità

Dovranno essere osservate le prescrizioni previste al § 11.3.2.7 del DM 14/01/2008:

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni riportate nella Tab. 11.3.II, § 11.3.2.7 del DM 14/01/2008.

Tolleranze dimensionali

La deviazione ammissibile per la massa nominale deve essere come riportato nella Tab. 11.3.III, § 11.3.2.8 del DM 14/01/2008

1.11.1.1 Acciaio inossidabile in barre ad aderenza migliorata

È ammesso l'impiego di acciai inossidabili di natura austenitica o austeno-ferritica, purché le caratteristiche meccaniche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai di cui al § 11.3.2.1, con l'avvertenza di sostituire al termine f_t della Tab. 11.3.Ia, il termine $f_7\%$, ovvero la tensione corrispondente ad un allungamento $A_{gt}=7\%$. La saldabilità di tali acciai va documentata attraverso prove di saldabilità certificate da un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 ed effettuate secondo gli specifici procedimenti di saldatura, da utilizzare in cantiere o in officina, previsti dal produttore. Per essi la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

1.11.2 Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Dovranno essere osservate le prescrizioni previste al § 11.3.2.5 del DM 14/01/2008:

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare 330 mm. I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre ed assemblati mediante saldature. Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio di cui al § 11.3.2.1 gli elementi base devono avere diametro \varnothing che rispetta la limitazione: $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$. Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio di cui al § 11.3.2.2 gli elementi base devono avere diametro \varnothing che rispetta la limitazione: $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$. Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere:

$$\varnothing_{\min} / \varnothing_{\max} \leq 0,6 \quad (11.3.11)$$

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2:2004 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm². Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo, va controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate. In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili. La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento. Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti:

- a) da acciai provvisti di specifica qualificazione;
- b) da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.

In ogni caso il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio, secondo le procedure di cui al punto 11.3.2.11. Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso. La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo annegamento nel calcestruzzo. Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore; in questo caso il Direttore dei Lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere deve verificare la presenza della predetta etichettatura. Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.

1.11.3 Zincatura a caldo degli acciai

È ammesso l'uso di acciai zincati purché le caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali. I controlli e, di conseguenza, la relativa verifica delle caratteristiche sopra indicate deve essere effettuata sul prodotto finito, dopo il procedimento di zincatura.

1.11.3.1 Qualità degli acciai da zincare a caldo

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03 - 0,04% oppure compreso nell'intervallo 0,15-0,25%.

Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di saldabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto I della Norma UNI 6407/88 per gli acciai di qualità Fe B 400 S e Fe B 500 S.

1.11.3.2 Zincatura a caldo per immersione

1.11.3.2.1 Trattamento preliminare

Comprende operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento a 400-430 K.

1.11.3.2.2 Immersione in bagno di zinco

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI 2013/74, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.

Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710-723 K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.

Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m' di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 gm ± 10%.

Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.

1.11.3.2.3 Finitura ed aderenza del rivestimento

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.

Dovrà essere aderente alla barra in modo da non poter venire rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

1.11.3.2.4 Verifiche

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max di t 25.

Oltre alle prove previste ai precedenti punti 25.1 e 25.2, dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni del precedente punto 1.5.3.2.2.

In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Impresa ad una accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura.

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate e l'impresa dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese.

Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI 5741/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a 610 g/m² +10% la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a $610 \text{ g/m}^2 -10\%$ la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI 5743/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.

Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata. In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata;
- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma verrà applicata una penale al lotto che non possiede i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

1.11.3.2.5 Certificazioni

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, previste dalle Norme di cui al DM 14/01/2008 dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove viene effettuato il trattamento di zincatura.

1.11.3.2.6 Lavorazione

Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera.

Quando la zincatura viene effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura ed i tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bicomponente dello spessore di 80-100 micron.

1.11.4 Procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario – barre e rotoli

Dovranno essere osservate le prescrizioni previste al § 11.3.2.10 del DM 14/01/2008:

Controlli sistematici in stabilimento (§11.3.2.10.1)

Generalità

Le prove di qualificazione e di verifica periodica, di cui ai successivi punti, devono essere ripetute per ogni prodotto avente caratteristiche differenti o realizzato con processi produttivi differenti, anche se provenienti dallo stesso stabilimento. I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marchiatura differenziata.

Prove di qualificazione (§11.3.2.10.1.2)

Il laboratorio incaricato deve effettuare, senza preavviso, presso lo stabilimento di produzione, il prelievo di una serie di 75 saggi, ricavati da tre diverse colate o lotti di produzione, venticinque per ogni colata o lotto di produzione, scelti su tre diversi diametri opportunamente differenziati, nell'ambito della gamma prodotta. Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica. Sui campioni vengono determinati, a cura del laboratorio incaricato, i valori delle tensioni di snervamento e rottura f_y e f_t l'allungamento A_{gt} ed effettuate le prove di piegamento.

Procedura di valutazione (§11.3.2.10.1.3)

Valutazione dei risultati

Le grandezze caratteristiche f_y , f_t , A_{gt} ed il valore inferiore di f_t/f_y devono soddisfare la seguente relazione:

$$x - k s \geq C_v \quad (11.3.13)$$

La grandezza caratteristica $(f_y/f_{ynom})_k$ ed il valore superiore di f_t/f_y devono soddisfare la seguente relazione:

$$x + k s \leq C_v \quad (11.3.14)$$

dove:

C_v = valore prescritto per le singole grandezze nelle tabelle di cui ai §§ 11.3.2.1 e 11.3.2.2

x = valore medio

s = deviazione standard della popolazione

k = è il coefficiente riportato in Tab. 11.3.IV per f_t , f_y ed (f_y/f_{ynom}) e in Tab. 11.3.V per A_{gt} e f_t/f_y e stabilito in base al numero dei saggi.

In ogni caso il coefficiente k assume, in funzione di n , i valori riportati nelle Tab. 11.3.IV e 11.3.V.

Su almeno un saggio per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nervatura o di dentellatura di cui al § 11.3.2.10.5.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di qualificazione non soddisfi i requisiti di resistenza o duttilità di cui al § 11.3.2 delle presenti norme tecniche, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi va ripetuto ed il nuovo prelievo sostituisce a tutti gli effetti quello precedente. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della prova di qualificazione.

Prove periodiche di verifica della qualità (§11.3.2.10.1.4)

Ai fini della verifica della qualità il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, ad intervalli non superiori a tre mesi, prelevando tre serie di 5 campioni, costituite ognuna da cinque barre di uno stesso diametro, scelte con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.1.2, e provenienti da una stessa colata.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica. Su tali serie il laboratorio effettua le prove di resistenza e di duttilità. I corrispondenti risultati delle prove di snervamento e rottura vengono introdotti nelle precedenti espressioni, le quali vengono sempre riferite a cinque serie di cinque saggi, facenti parte dello stesso gruppo di diametri, da aggiornarsi ad ogni prelievo, aggiungendo la nuova serie ed eliminando la prima in ordine di tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadratici così ottenuti vengono quindi utilizzati per la determinazione delle nuove tensioni, caratteristiche, sostitutive delle precedenti (ponendo $n=25$).

Ove i valori caratteristici riscontrati risultino inferiori ai minimi di cui ai §§ 11.3.2.1 e 11.3.2.2, il laboratorio incaricato ne dà comunicazione al Servizio Tecnico Centrale e ripete le prove di qualificazione solo dopo che il produttore ha avviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di verifica della qualità non soddisfi i requisiti di duttilità di cui ai citati §§ 11.3.2.1 e 11.3.2.2, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi va ripetuto. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della qualificazione.

Le tolleranze dimensionali di cui al § 11.3.2.8 vanno riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Su almeno un saggio per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nervatura o di dentellatura.

Controlli su singole colate o lotti di produzione (§11.3.2.10.2)

I produttori già qualificati possono richiedere, di loro iniziativa, di sottoporsi a controlli su singole colate o lotti di produzione, eseguiti a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Le colate o lotti di produzione sottoposti a controllo devono essere cronologicamente ordinati nel quadro della produzione globale. I controlli consistono nel prelievo, per ogni colata e lotto di produzione e per ciascun gruppo di diametri da essi ricavato, di un numero n di saggi, non inferiore a dieci, sui quali si effettuano le prove previste al § 11.3.2.11.1.2. Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura vengono calcolate a mezzo delle espressioni di cui al § 11.3.2.11.1.3 nelle quali n è il numero dei saggi prelevati dalla colata.

Controlli nei centri di trasformazione (§11.3.2.10.3)

I controlli sono obbligatori e devono essere effettuati:

- a) in caso di utilizzo di barre, su ciascuna fornitura, o comunque ogni 90 t;
- b) in caso di utilizzo di rotoli, ogni dieci rotoli impiegati.

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate, in ogni caso deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione.

Ciascun controllo è costituito da 3 spezzoni di uno stesso diametro per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi alle eventuali forniture provenienti da altri stabilimenti.

I controlli devono consistere in prove di trazione e piegamento e devono essere eseguiti dopo il raddrizzamento.

In caso di utilizzo di rotoli deve altresì essere effettuata, con frequenza almeno mensile, la verifica dell'area relativa di nervatura o di dentellatura, secondo il metodo geometrico di cui alla seconda parte del punto 11.3.2.10.5.

Tutte le prove suddette devono essere eseguite dopo le lavorazioni e le piegature atte a dare ad esse le forme volute per il particolare tipo di impiego previsto.

Le prove di cui sopra devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il Direttore tecnico di stabilimento curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

Controlli di accettazione in cantiere (§11.3.2.10.4)

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.1.2, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il punto 11.3.2.3, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella 11.3.VI.

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso di campionamento e prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.

In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna

sua pagina, oltre al numero totale di pagine;

- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Prove di aderenza (§11.3.2.10.5)

Ai fini della qualificazione, le barre devono superare con esito positivo prove di aderenza conformemente al metodo Beam – test da eseguirsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, con le modalità specificate nella norma UNI EN 10080:2005.

Le tensioni di aderenza ricavate devono soddisfare le seguenti relazioni:

$$\tau_m \geq 0,098 (80 - 1,2 \varnothing) \quad (11.3.15)$$

$$\tau_r \geq 0,098 (130 - 1,9 \varnothing) \quad (11.3.16)$$

essendo:

\varnothing il diametro della barra in mm;

τ_m il valor medio della tensione di aderenza in MPa calcolata in corrispondenza di uno scorrimento pari a 0,01 , 0,1 ed 1 mm;

τ_r la tensione di aderenza massima al collasso.

Le prove devono essere estese ad almeno tre diametri, come segue:

- uno nell'intervallo 5 \varnothing 10 mm;
- uno nell'intervallo 12 \varnothing 18 mm;
- uno pari al diametro massimo.

Per le verifiche periodiche della qualità e per le verifiche delle singole partite, non è richiesta la ripetizione delle prove di aderenza quando se ne possa determinare la rispondenza nei riguardi delle caratteristiche e delle misure geometriche, con riferimento alla serie di barre che hanno superato le prove stesse con esito positivo.

Con riferimento sia all'acciaio nervato che all'acciaio dentellato, per accertare la rispondenza delle singole partite nei riguardi delle proprietà di aderenza, si valuteranno per un numero significativo di barre, conformemente alle procedure riportate nella norma UNI EN ISO 15630-1:2004,

- il valore dell'area relativa di nervatura f_r , per l'acciaio nervato;
- il valore dell'area relativa di dentellatura f_p , per l'acciaio dentellato.

Il valore minimo di tali parametri, valutati come indicato, deve risultare compreso entro i limiti di seguito riportati:

- per $5 \leq \varnothing \leq 6$ mm f_r ovvero $f_p \geq 0,035$;
- per $6 < \varnothing \leq 12$ mm f_r ovvero $f_p \geq 0,040$;
- per $\varnothing > 12$ mm f_r ovvero $f_p \geq 0,056$.

Nel certificato di prova, oltre agli esiti delle verifiche di cui sopra, devono essere descritte le caratteristiche geometriche della sezione e delle nervature ovvero dentellature.

Procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario – reti e tralici elettrosaldati

Controlli sistematici in stabilimento (§11.3.2.11.1)

Prove di qualificazione (§11.3.2.11.1.1)

Il laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 effettua, presso lo stabilimento di produzione, in almeno quattro sopralluoghi senza preavviso il prelievo di una serie di 80 saggi, ricavati da 40 diversi pannelli, 2 per ogni elemento.

Ogni saggio deve consentire due prove:

- prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento;
- prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, determinata forzando con idoneo dispositivo il filo trasversale nella direzione di quello maggiore posto in trazione.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Per la determinazione delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura, determinate in accordo con il § 11.3.2.3, valgono le medesime formule di cui al § 11.3.2.11.1 dove n , numero dei saggi considerati, va assunto nel presente caso pari a 80, ed il coefficiente k assume, in funzione di n , i valori riportati nelle tabelle di cui al § 11.3.2.11.1.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prove di qualificazione non soddisfi i requisiti previsti nelle norme tecniche relativamente ai valori di allungamento o resistenza al distacco, il prelievo relativo all'elemento di cui trattasi va ripetuto su un altro elemento della stessa partita. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione delle prove di qualificazione.

Prove di verifica della qualità (§11.3.2.11.1.2)

Il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari ad intervalli non superiori a tre mesi, su serie di 20 saggi, ricavati da 10 diversi elementi, 2 per ogni elemento. Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Sulla serie il laboratorio effettua la prova di trazione e di distacco. I corrispondenti risultati vengono aggiunti a quelli dei precedenti prelievi dopo aver eliminato la prima serie in ordine di tempo.

Si determinano così le nuove tensioni caratteristiche sostitutive delle precedenti sempre ponendo $n = 20$.

Ove i valori caratteristici riscontrati risultino inferiori ai minimi di cui ai §§ 11.3.2.1 e 11.3.2.2 il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al Servizio Tecnico Centrale e ripete la qualificazione solo dopo che il produttore ha avviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prove di verifica non soddisfi i valori previsti al § 11.3.2, il prelievo relativo all'elemento di cui trattasi va ripetuto su un altro elemento della stessa partita. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. In caso di ulteriore risultato negativo, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al Servizio Tecnico Centrale e ripete la qualificazione dopo che il produttore ha avviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Controlli su singoli lotti di produzione (§11.3.2.11.2)

Negli stabilimenti soggetti ai controlli sistematici, i produttori qualificati possono sottoporre a controlli singoli lotti di produzione a cura del laboratorio incaricato.

I controlli consistono nel prelievo per ogni lotto di un numero n di saggi, non inferiore a venti e ricavati da almeno dieci diversi elementi, sui quali si effettuano le prove previste al § 11.3.2.11.1.

Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura vengono calcolate a mezzo delle formule di cui al § 11.3.2.11.1 nelle quali n è il numero dei saggi prelevati.

Controlli di accettazione in cantiere (§11.3.2.11.3)

I controlli sono obbligatori e devono essere effettuati su tre saggi ricavati da tre diversi pannelli, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prove di accettazione non soddisfi i requisiti previsti nelle norme tecniche relativamente ai valori di snervamento, resistenza a trazione del filo, allungamento, rottura e resistenza al distacco, il prelievo relativo all'elemento di cui trattasi va ripetuto su un altro elemento della stessa partita. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta il prelievo di nuovi saggi secondo la procedura di cui al § 11.3.2.11.4.

1.11.5 Acciaio per c.a.p.

Dovranno essere osservate le prescrizioni previste al § 11.3.3 del DM 14/01/2008:

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati secondo le procedure di cui al paragrafo 11.3.1.2 e controllati con le modalità riportate nel paragrafo 11.3.3.5. del DM 14/01/2008.

Caratteristiche dimensionali e di impiego (§11.3.3.1)

L'acciaio per armature da precompressione è generalmente fornito sotto forma di:

Filo: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli;

Barra: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei;

Treccia: 2 o 3 fili avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale; passo e senso di avvolgimento dell'elica sono eguali per tutti i fili della treccia;

Trefolo: fili avvolti ad elica intorno ad un filo rettilineo completamente ricoperto dai fili elicoidali.

Il passo ed il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili di uno stesso strato.

I fili possono essere tondi o di altre forme; vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante.

Non è consentito l'impiego di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pre-tese.

Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, con risalti; vengono individuate mediante il diametro nominale.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti, generalmente costituita da sigillo o etichettatura sulle legature, vale quanto indicato al § 11.3.1.4.

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al § 11.3.1.5.

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

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

Ciascun rotolo di filo liscio, ondulato o con impronte deve essere esente da saldature. Sono ammesse le saldature di fili destinati alla produzione di trecce e di trefoli se effettuate prima della trafilatura; non sono ammesse saldature durante l'operazione di cordatura.

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

È tollerata un'ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

Caratteristiche meccaniche (§11.3.3.2)

Gli acciai per armature da precompressione devono possedere proprietà meccaniche, garantite dal produttore, non inferiori a quelle indicate nella Tab. 11.3.VII.

Le grandezze qui di seguito elencate: \emptyset , A, f_{ptk} , $f_{p(0,1)k}$, f_{pyk} , $f_{p(1)k}$, A_{gt} , E_p , l , N , a (180°), L e r devono formare oggetto di garanzia da parte del produttore ed i corrispondenti valori garantiti figurare nel catalogo del produttore stesso.

Il controllo delle grandezze di cui sopra è eseguito secondo le modalità e le prescrizioni indicate nei punti successivi.

Pertanto i valori delle grandezze:

\emptyset , A sono confrontati con quelli che derivano dall'applicazione ai valori nominali, delle tolleranze prescritte al § 11.3.3.5.2.3;

f_{ptk} , f_{pyk} , $f_{p(1)k}$, $f_{p(0,1)k}$, A_{gt} ottenuti applicando ai valori singoli f_{pt} , f_{py} , $f_{p(1)}$, $f_{p(0,1)}$ le formule di cui al § 11.3.3.5.2.3 sono confrontati con i corrispondenti valori garantiti che figurano nel catalogo del produttore e con quelli della Tab.11.3.VI;

l , N , a (180°) sono confrontati con quelli prescritti rispettivamente al § 11.3.3.5.2.3;

E_p , L e r , di cui al § 11.3.3.5.2.3, sono confrontati con i valori che figurano nel catalogo del produttore.

Si prende inoltre in considerazione la forma del diagramma sforzi deformazioni.

Il produttore deve controllare la composizione chimica e la struttura metallografica al fine di garantire le proprietà meccaniche prescritte.

Cadute di tensione per rilassamento (§11.3.3.3)

In assenza di dati sperimentali afferenti al lotto considerato, la caduta di tensione D_{spr} per rilassamento al tempo t ad una temperatura di 20°C può assumersi pari ai valori calcolati con le seguenti formule

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi} &= 5,39 \rho_{1000} e^{6,7\mu} (t/1000)^{0,75(1-\mu)} 10^{-5} && \text{per Classe 1} \\ \Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi} &= 0,66 \rho_{1000} e^{9,1\mu} (t/1000)^{0,75(1-\mu)} 10^{-5} && \text{per Classe 2} \\ \Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi} &= 1,98 \rho_{1000} e^{8,0\mu} (t/1000)^{0,75(1-\mu)} 10^{-5} && \text{per Classe 3} \end{aligned} \quad (11.3.17)$$

dove:

σ_{pi} è la tensione iniziale nel cavo;

ρ_{1000} è la perdita per rilassamento (in percentuale) a 1000 ore dopo la messa in tensione, a 20°C e a partire da una tensione iniziale pari a 0,7 della resistenza f_p del campione provato;

$\mu = \sigma_{pi}/f_{pk}$;

f_{pk} è la resistenza caratteristica dell'acciaio da precompressione;

t è il tempo misurato in ore dalla messa in tensione.

Le prime due espressioni 11.3.17 si applicano, rispettivamente, ai fili, trecce e trefoli a normale rilassamento ed a basso rilassamento. La terza espressione si applica alle barre laminate a caldo.

In mancanza di specifica sperimentazione, i valori di ρ_{1000} possono essere tratti dalla Tab. 11.3.VIII.

La caduta finale per rilassamento può essere valutata con le formule sopra scritte per un tempo $t = 500000$ ore.

Il rilassamento di armature che subiscono un ciclo termico dopo la messa in tensione è opportuno venga valutato sperimentalmente.

Centri di trasformazione (§11.3.3.4)

Si definisce Centro di trasformazione, nell'ambito degli acciai per cemento armato precompresso, un impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (fili, trecce, trefoli, barre, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere per la messa in opera.

Il Centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7.

Procedure di controllo per acciai da cemento armato precompresso (§11.3.3.5)

Prescrizioni comuni – Modalità di prelievo (§11.3.3.5.1)

I saggi destinati ai controlli:

- non devono essere avvolti con diametro inferiore a quello della bobina o rotolo di provenienza;
- devono essere prelevati con le lunghezze richieste dal laboratorio incaricato delle prove ed in numero sufficiente per eseguire eventuali prove di controllo successive;
- devono essere adeguatamente protetti nel trasporto.

Controlli sistematici in stabilimento (§11.3.3.5.2)

Prove di qualificazione (§11.3.3.5.2.1)

Il laboratorio incaricato deve effettuare, senza preavviso, presso lo stabilimento di produzione, il prelievo di una serie di 50 saggi, 5 per lotto, da 10 lotti di produzione diversi. I 10 lotti di produzione presi in esame per le prove di qualificazione devono essere costituiti da prodotti della stessa forma ed avere la stessa resistenza nominale, ma non necessariamente lo stesso diametro e la stessa caratteristica di formazione. Gli acciai devono essere raggruppati in categorie nel catalogo del produttore ai fini della relativa qualificazione.

I 5 saggi di ogni singolo lotto vengono prelevati da differenti fasci, rotoli o bobine. Ogni saggio deve recare contrassegni atti ad individuare il lotto ed il rotolo, la bobina o il fascio di provenienza.

Sulla serie di 50 saggi vengono determinate le grandezze \emptyset , fpt, fpy, fp(0,1), fp(1), l, Ep, Agt, N ovvero a (180°) sotto il controllo di un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Le relative prove possono venire eseguite dai tecnici del laboratorio incaricato presso il laboratorio dello stabilimento di produzione purché venga rispettato quanto prescritto dalle norme in merito alla verifica della taratura delle attrezzature.

Le grandezze L e r sono determinate su saggi provenienti da 5 e 4 lotti rispettivamente, in numero di 3 saggi per ogni lotto.

Prove di verifica della qualità (§11.3.3.5.2.2)

Ai fini della verifica della qualità il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari su un campione costituito da 5 saggi provenienti da un lotto per ogni categoria di armatura. Il controllo verte su un minimo di sei lotti ogni trimestre da sottoporre a prelievo in non meno di tre sopralluoghi. Su tali saggi il laboratorio incaricato determina le grandezze \mathcal{A} , fpt, l, fpy, fp(1), fp(0,1) Ep, N, Agt ovvero a (180°).

Per le grandezze r ed L i controlli si effettuano una volta al semestre, per entrambe su 3 saggi provenienti dallo stesso lotto per ogni categoria di armatura. I valori caratteristici fptk, fpyk, f(0,1)k, fp(1)k sono determinati su 10 serie di 5 saggi corrispondenti alla stessa categoria di armatura, da aggiornarsi ad ogni prelievo aggiungendo la nuova serie ed eliminando la prima in ordine di tempo.

I valori caratteristici fptk, fpyk, f(0,1)k, fp(1)k devono rispettare i valori minimi di cui alla Tab. 11.3.VII.

Se gli scarti quadratici medi risultano superiori al 3% del valore medio per fpt, e al 4% per fpy, f(0,1), fp(1), il controllo si intende sospeso e la procedura di qualificazione deve essere ripresa dall'inizio.

Ove i valori caratteristici fptk, fpyk, f(0,1)k, fp(1)k riscontrati risultino inferiori ai valori minimi di cui alla Tab. 11.3.VI il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al Servizio Tecnico Centrale e ripeterà la qualificazione solo dopo che il produttore abbia ovviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Determinazione delle proprietà e tolleranze (§11.3.3.5.2.3)

Diametro (\emptyset) e Area della sezione (A)

L'area della sezione di fili lisci, con impronte, trecce e trefoli si valuta per pesata assumendo che la densità dell'acciaio sia pari a 7,81 kg/dm³ (7,85 kg/dm³ per le barre).

La misura delle dimensioni trasversali nei fili con impronta non deve essere effettuata in corrispondenza delle impronte stesse.

Sui valori nominali delle sezioni dei fili, delle barre, delle trecce e dei trefoli è ammessa una tolleranza di $\pm 2\%$ (-2% , 6% per le barre).

Nei calcoli statici si adottano le sezioni nominali.

Tensione di rottura (fpt)

La determinazione si effettua per mezzo della prova a trazione su barre secondo le norme UNI EN 10002-1:2004, su fili trecce e trefoli secondo UNI EN ISO 15630-3:2004.

Allungamento sotto carico massimo (Agt)

Per barre, fili e trefoli la determinazione viene eseguita secondo la norma UNI EN ISO15630-3:2004.

Limite elastico allo 0,1% (fp(0,1))

Il valore del limite convenzionale $f_p(0,1)$ si ricava dal corrispondente diagramma sforzi – deformazioni, ottenuto con prove a trazione eseguite secondo la norma UNI EN 15630-3:2004.

I singoli valori unitari devono essere riferiti alle corrispondenti sezioni nominali.

Il valore del limite 0,1% deve risultare compreso tra l'85% ed il 95% del corrispondente valore della tensione di rottura f_{pt} .

Tensione di snervamento (f_{py})

Il valore della tensione di snervamento f_{py} si ricava dal corrispondente diagramma sforzi – deformazioni ottenuto con la prova a trazione eseguita secondo la norma UNI EN ISO 15630-3:2004. Esso deve risultare compreso tra lo 85% ed il 95% del corrispondente valore della tensione di rottura f_{pt} .

Modulo di elasticità

Il modulo apparente di elasticità è inteso come rapporto fra la differenza di tensione media e la differenza di deformazione corrispondente, valutato per l'intervallo di tensione (0,2-0,7) f_{pt} conformemente alla norma UNI EN ISO 15630-3:2004.

Sono tollerati scarti del $\pm 5\%$ rispetto al valore garantito.

Tensione all'1% ($f_p(1)$)

La tensione corrispondente all'1 % di deformazione totale deve risultare compresa tra l'85% ed il 95% del corrispondente valore della tensione di rottura f_{pt} .

Prova di piegamento alternato (N)

La prova di piegamento alternato si esegue su fili aventi $\varnothing \geq 8$ mm secondo la norma UNI EN ISO 15630-3:2004. con rulli di diametro pari a \varnothing .

Il numero dei piegamenti alterni a rottura non deve risultare inferiore a 4 per i fili lisci e a 3 per i fili ondulati o con impronte.

Prova di piegamento (α)

La prova di piegamento si esegue su fili aventi $\varnothing \geq 8$ mm e su barre secondo la norma UNI EN ISO 15630-3:2004.

L'angolo di piegamento deve essere di 180° e il diametro del mandrino deve essere pari a:

5 \varnothing per i fili;

6 \varnothing per le barre con $\varnothing \leq 26$ mm

8 \varnothing per le barre con $\varnothing > 26$ mm.

Resistenza a fatica (L)

La prova viene condotta secondo la norma UNI EN ISO 15630-3:2004. con sollecitazione assiale a ciclo pulsante, facendo oscillare la tensione fra una tensione superiore s_1 , e una tensione inferiore s_2 . Il risultato della prova è ritenuto soddisfacente se il campione sopporta, senza rompersi, almeno due milioni di cicli. La frequenza di prova deve essere non superiore a 120 Hz per i fili e le barre e 20 Hz per i trefoli come previsto dalla norma UNI EN ISO 15630-3:2004. Come alternativa a tale procedimento è possibile determinare sperimentalmente l'ampiezza limite di fatica L a $2 \cdot 10^6$ cicli, in funzione della tensione media s_m .

Rilassamento a temperatura ordinaria (R)

Condizioni di prova

Si determina il diagramma della caduta di tensione a lunghezza costante ed a temperatura $T = 20 \pm 1$ °C a partire dalla tensione iniziale e per la durata stabilita. Caratteristiche del campione Il campione deve essere sollecitato per un tratto non inferiore a 100 cm; in conseguenza la lunghezza del saggio deve essere almeno 125 cm per tener conto degli organi di afferraggio. Nella zona sollecitata la provetta non deve subire alcuna lavorazione né pulitura.

Carico iniziale

La tensione iniziale deve essere applicata con velocità pari a 200 ± 50 N/mm² al minuto e mantenuta per 2 minuti ± 2 secondi prima dell'inizio della misura.

Quando le necessità operative lo richiedano, è ammessa una pre-tensione inferiore al 40% della tensione iniziale ed al 30% di quella di rottura (determinata su una provetta proveniente dallo stesso campionamento).

Il carico iniziale deve avere precisione $\pm 1\%$ quando inferiore a 100 tonnellate; $\pm 2\%$ quando superiore.

Precisione della misura

La caduta di sforzo (rilassamento) va misurata con precisione $\pm 1\%$; pertanto il principio di funzionamento dell'apparecchiatura di prova, la sensibilità dei singoli strumenti rilevatori, la posizione di questi, ecc. devono essere tali da garantire detta precisione.

Controlli su singoli lotti di produzione (§11.3.3.5.2.4)

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici di cui al presente § 11.3.1, i produttori possono richiedere di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, su singoli lotti di produzione (massima massa del lotto = 100 t) di quei prodotti che, per ragioni di produzione, non possono ancora rispettare le condizioni minime quantitative per qualificarsi. Le prove da effettuare sono quelle di cui al successivo § 11.3.3.5.3.

Controlli nei centri di trasformazione (§11.3.3.5.3)

I controlli sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del Direttore tecnico dello stabilimento.

I controlli vengono eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Effettuato un prelievo di 3 saggi provenienti da una stessa fornitura, intesa come lotto formato da massimo 90 t, ed appartenenti ad una stessa categoria, si determinano, mediante prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, i corrispondenti valori minimi di f_{pt} , f_{py} , $f_{p(1)}$, $f_{p(0,1)}$.

I risultati delle prove sono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se nessuno dei valori minimi sopra indicati è inferiore ai corrispondenti valori caratteristici garantiti dal produttore.

Nel caso che anche uno solo dei valori minimi suddetti non rispetti la corrispondente condizione, verranno eseguite prove supplementari soggette a valutazioni statistiche come di seguito indicato.

Il campione da sottoporre a prove supplementari è costituito da almeno 10 saggi prelevati da altrettanti rotoli, bobine o fasci. Se il numero dei rotoli, bobine o fasci costituenti il lotto è inferiore a 10, da alcuni rotoli o bobine verranno prelevati due saggi, uno da ciascuna estremità. Per le barre vengono prelevati due saggi da due barre diverse dello stesso fascio.

Ogni saggio deve recare contrassegni atti ad individuare il lotto ed il rotolo, bobina o fascio di provenienza.

Effettuato il prelievo supplementare si determinano, mediante prove effettuate presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, i corrispondenti valori medi g_{mn} e le deviazioni standard s_n di f_{pt} , f_{py} , $f_{p(1)}$, $f_{p(0,1)}$.

I risultati delle prove vengono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se:

- per le tensioni di rottura f_{pt} :

$$g_{mn} \geq 1,03 f_{ptk}$$

$$s_n < 0,05 f_{ptk}$$

- per le grandezze f_{py} , $f_{p(1)}$, $f_{p(0,1)}$:

$$g_{mn} \geq 1,04 (f_{pyk}, f_{p(1)k}, f_{p(0,1)k})$$

$$s_n < 0,07 (f_{pyk}, f_{p(1)k}, f_{p(0,1)k})$$

- i valori del modulo di elasticità longitudinale E_p sono conformi al valore garantito dal produttore, con una tolleranza del $\pm 5\%$

Se tali disuguaglianze non sono verificate, o se non sono rispettate le prescrizioni di cui al § 11.3.3.5.2.3. si ripeteranno, previo avviso al produttore, le prove su altri 10 saggi.

L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al produttore, che è tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione.

In tal caso il Direttore tecnico del centro di trasformazione deve comunicare il risultato anomalo sia al laboratorio incaricato del controllo che al Servizio Tecnico Centrale.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore tecnico centro di trasformazione che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Per le caratteristiche dei certificati emessi dal laboratorio, si fa riferimento a quanto riportato al § 11.3.2.11.4, fatta eccezione per il marchio di qualificazione, normalmente non presente sugli acciai da cemento armato precompresso, per il quale si potrà fare riferimento ad eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati del richiedente.

Il Direttore tecnico centro di trasformazione curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

Tutte le forniture provenienti da un Centro di trasformazione devono essere accompagnate dalla documentazione di cui al § 11.3.1.7.

Controlli di accettazione in cantiere (§11.3.3.5.4)

I controlli in cantiere, demandati al Direttore dei Lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le medesime indicazioni di cui al precedente § 11.3.3.5.3, con l'avvertenza che il prelievo preliminare dei 3 saggi va effettuato per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Qualora la fornitura di cavi preformati provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, esaminata preliminarmente la documentazione attestante il possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7, che il suddetto Centro di trasformazione è tenuto a trasmettergli, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni di cui al precedente § 11.3.3.5.3.

1.12 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.

a) 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; la superficie 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° 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.

b) 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 Kg/m²;
- resistenza alla trazione (ASTM - D 412) a temperatura ambiente, 70 Kg/m²;
- resistenza agli agenti ossidanti (ozono), 12 ore in atmosfera pari a 50 mg/m² senza formazione di microfessure o altre alterazioni.

ART. 9**- DIAFRAMMI E PALANCOLATI -**

INDICE

- 1. Generalità
- 1.1. Classificazione
 - 1.1.1 Diaframmi
 - 1.1.2 Palancolati
- 1.2 Normativa di riferimento
- 2. Diaframmi in cemento armato
 - 2.1 Soggezioni geotecniche e ambientali
 - 2.2 Palancolati
 - 2.3 Tolleranze geometriche
 - 2.3.1 Diaframmi in c.a.
 - 2.3.2 Palancolati
 - 2.4 Preparazione dei piani di lavoro
 - 2.4.1 Diaframmi
 - 2.4.2 Palancolati
 - 2.5 Materiali
 - 2.5.1 Armature metalliche
 - 2.5.2 Calcestruzzo
 - 2.5.3 Fanghi bentonitici
 - 2.5.4 Acqua
 - 2.5.5 Bentonite in polvere
 - 2.5.6 Preparazione fanghi bentonitici
 - 2.5.7 Provvedimenti per evitare la dispersione dei fanghi nel terreno
 - 2.5.8 Fanghi biodegradabili
 - 2.5.8.1 Caratteristiche e preparazione dei fanghi biodegradabili
 - 2.5.9 Palancole metalliche
 - 2.6 Modalità esecutive
 - 2.6.1 Diaframmi
 - 2.6.1.1 Posa in opera del conglomerato cementizio
 - 2.6.2 Palancolati
 - 2.7 SPECIFICA DI CONTROLLO
 - 2.7.1 Diaframmi
 - 2.7.1.1 Materiali
 - 2.7.1.2 Controlli in fase esecutiva
 - 2.7.2 Prove di controllo sugli elementi di diaframma
 - 2.7.2.1 Prove di carico per i soli elementi di diaframma con funzione portante verticale
 - 2.7.2.2 Controlli non distruttivi
 - 2.7.2.3 Prove geofisiche
 - 2.7.2.4 Carotaggio continuo meccanico
 - 2.7.2.5 Scavi attorno al fusto del diaframma
 - 2.7.2.6 Prove su pannelli strumentati
 - 2.7.2.7 Controllo delle deformazioni
 - 2.7.3 Palancole
 - 2.7.3.1 Materiali
 - 2.7.3.2 CONTROLLI IN FASE ESECUTIVA

GENERALITA'

1.1. CLASSIFICAZIONE

Si farà riferimento alle seguenti tipologie di opere:

- Diaframmi in c.a. scavati e gettati in opera;
- Palancolati.

1.1.1 Diaframmi

Per diaframma si intende un'opera con funzioni di sostegno delle terre, ma anche di fondazione, difesa di opere preesistenti, etc., realizzato asportando e sostituendo il terreno con un conglomerato cementizio armato.

Lo scavo è eseguito per elementi singoli (pannelli), le cui dimensioni corrispondono alle dimensioni nominali dell'utensile di scavo, o ad un suo multiplo, gettati monoliticamente.

Per pannelli si intendono i singoli elementi costituenti il diaframma. Pannelli isolati possono essere utilizzati per realizzare fondazioni profonde, alle stregua di pali trivellati di grande diametro.

I giunti di un diaframma sono costituiti dalle superfici di contatto tra i singoli pannelli costituenti il diaframma.

1.1.2 Palancolati

Un palancolato è un diaframma realizzato mediante infissione nel terreno di profilati metallici, di sezione generalmente a forma di U aperta, i cui bordi laterali, detti gargami, sono sagomati in modo da realizzare una opportuna guida all'infissione del profilato adiacente, disposto in posizione simmetricamente rovesciata.

In genere le palancole metalliche vengono utilizzate per realizzare opere di sostegno provvisorio di scavi di modesta profondità.

In questi casi le palancole vengono recuperate, estraendole mediante impiego di un vibratore.

Meno frequente è l'impiego di palancole per realizzare opere di sostegno o di protezione a carattere definitivo.

In questi casi possono essere talvolta utilizzate delle palancole in cemento armato, eventualmente precompresso con la tecnica dei fili aderenti, prefabbricate in stabilimento.

1.2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi:

- Decreto Ministeriale 14/01/2008: Norme tecniche per le costruzioni.
- Decreto Ministeriale 11/03/1988: 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.
- ASTM D1143-81 "Standard Test Method for piles under static and compressive load".
- DIN 4150.

2. DIAFRAMMI IN CEMENTO ARMATO

2.1 SOGGEZIONI GEOTECNICHE E AMBIENTALI

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione "a secco" senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata (C_u) che alla generica profondità di scavo H soddisfi la seguente condizione:

$$c_u \geq \gamma H/3$$

dove:

γ = peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro;

- la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ($D_{10} > 4$ mm). Durante le operazioni di perforazione si dovrà tenere conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo, si dovrà quindi minimizzare e/o evitare:
 - rammollimento di strati coesivi, minimizzando e/o annullando l'intervallo di tempo tra la perforazione e il getto del palo;
 - la diminuzione di densità relativa (D_r) degli strati incoerenti;
 - la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci, proprie dello stato naturale;
 - la riduzione dell'aderenza palo-terreno, a causa dell'uso improprio dei fanghi.

Nel caso di attraversamento di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una sufficiente ammorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, del peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

Sulle attrezzature di manovra degli utensili di scavo, saranno disposte delle marcature regolari (1-2 m) che consentiranno il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide, dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

2.2 PALANCOLATI

L'Impresa dovrà comunicare alla DL le modalità esecutive che intende adottare per le infissioni.

Dovrà inoltre assicurare il rispetto delle Norme DIN 4150, in merito ai limiti delle vibrazioni, comunicando alla DL i provvedimenti che intende adottare nel caso dei superamenti dei limiti stessi.

La DL, a sua discrezione, può richiedere che l'Impresa provveda ad eseguire misure di controllo delle vibrazioni indotte, con oneri e spese relative a carico dell'Impresa stessa.

2.3 TOLLERANZE GEOMETRICHE

2.3.1 Diaframmi in c.a.

La posizione planimetrica dei diaframmi dovrà mantenersi nelle tolleranze indicate nel progetto.

La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%; nel caso di diaframmi a tenuta idraulica dovrà essere garantita una tolleranza di un valore massimo pari a $S/3 L$ (S = Spessore; L = profondità del diaframma).

Le tolleranze ΔS sullo spessore, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito, sono le seguenti: per ciascun elemento, in base al suo assorbimento globale:

- $0,01 S < \Delta S \leq 0,1 S$

- per ciascuna sezione degli elementi sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose (dose = autobetoniera):

- $0,01 S < \Delta S \leq 0,01 S$

La profondità "L", dovrà risultare conforme al progetto ± 20 cm.

L'ordine di realizzazione dei singoli pannelli potrà essere fissato o variato a giudizio della Direzione Lavori, senza che perciò l'impresa abbia diritto ad alcun speciale compenso.

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per garantire piena funzionalità al diaframma in caso di esecuzione non conforme alle tolleranze stabilite.

La potenza e la capacità operativa delle attrezzature dovranno in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare ed alle dimensioni dei diaframmi da eseguire nei tempi previsti.

Marcature disposte ad intervalli regolari (1m-2m) sugli organi di manovra degli utensili di scavo dovranno consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

Il fango bentonitico dovrà essere preparato, trattato e controllato seguendo le modalità descritte della sezione "diaframmi" del presente Capitolato.

Nel caso che la perforazione sarà eseguita mediante benna mordente, il corpo dell'utensile dovrà lasciare uno spazio tra esso e la parete del foro di ampiezza sufficiente ad evitare "effetti pistone" allorché l'utensile viene sollevato.

Gli utensili di perforazione dovranno avere conformazione tale da non lasciare sul fondo del foro detriti smossi o zone di terreno rimaneggiato. La benna mordente sarà provvista delle aperture per la fuoriuscita del fango all'atto dell'estrazione.

Il livello del fango nel foro dovrà essere in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore a 1,00 m e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile dal foro; a tale scopo si potrà disporre di una fossa di piccola capacità accanto al foro, direttamente connessa alla sua sommità con corto canale.

Ciascun tratto di diaframma sarà eseguito in due fasi: si procederà dapprima alla perforazione ed al getto di elementi alterni e si completerà il tratto in seconda fase, con l'esecuzione degli elementi di chiusura ad avvenuta presa del conglomerato cementizio di quelli eseguiti in prima fase.

Le operazioni dovranno essere programmate e condotte in modo da evitare interazioni pregiudizievoli alla buona riuscita del lavoro tra elementi in corso di esecuzione o appena ultimati.

Il materiale di risulta dovrà essere sistematicamente portato alla discarica, previo trattamento dei fanghi bentonitici, secondo la legislazione vigente.

Qualora si accertasse l'impossibilità di fare eseguire immediatamente il getto all'ultimazione della perforazione (per sosta notturna, difficoltà di approvvigionamento del conglomerato cementizio o qualunque altro motivo), si dovrà interrompere la perforazione almeno un metro sopra alla profondità finale prevista e riprenderla successivamente, in modo da ultimare nell'imminenza del getto.

2.3.2 Palancolati

Per quanto riguarda i palancolati si prescrive il rispetto delle seguenti tolleranze:

| | | |
|--|---|---------|
| -posizione planimetrica dell'assemmediario del palancolato | : | ± 3 cm |
| -verticalità | : | ± 2 % |
| -quota testa | : | ± 5 cm |
| -profondità | : | ± 25 cm |

Qualora l'infissione risultasse ostacolata, l'Impresa, previo accordo della Direzione Lavori e previa verifica della congruità progettuale dell'opera, potrà limitare l'infissione a quote superiori, provvedendo al taglio della parte di palanca eccedente rispetto alla quota di testa prevista in progetto.

2.4 PREPARAZIONE DEI PIANI DI LAVORO

2.4.1 Diaframmi

L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che se incontrati nella perforazione possono recare danno alle maestranze in cantiere o a terzi.

Le attrezzature di perforazione e di servizio dovranno operare da un piano di lavoro preventivamente realizzato, in modo da evitare variazioni di assetto delle attrezzature durante il loro funzionamento.

La quota dei piani di lavoro dovrà essere posta almeno 1.0 m sopra la massima quota dei livelli piezometrici delle falde acquifere (freatiche e/o artesiane) presenti nel terreno.

Gli assi longitudinali dei diaframmi saranno materializzati mediante coppie di cordoli-guida (corree), paralleli e contrapposti ad una distanza netta pari allo spessore nominale del diaframma, aumentato di 10 cm. con riferimento ai capisaldi plano-altimetrici di progetto.

I cordoli saranno realizzati in conglomerato cementizio armato. Le dimensioni minime sono 0.35 x 0.80 m; l'armatura sarà continua ed il getto sarà fatto contro il terreno naturale.

Nella realizzazione dei cordoli si avrà cura di posizionare con precisione le cassetture metalliche, in modo da ottenere che la linea mediana delle corree non si discosti dalla posizione planimetrica del diaframma in misura superiore alla tolleranza ammessa.

I cordoli hanno inoltre la funzione di guidare l'utensile di scavo, sostenere il terreno più superficiale e costituire un'adeguata vasca per le escursioni del livello del fango bentonitico durante l'introduzione dell'utensile di scavo.

Particolare cura dovrà quindi essere posta nella loro esecuzione sia nei riguardi del tracciamento (quota superiore e direzione), sia per la loro verticalità, in quanto essi costituiscono l'elemento fondamentale per ogni riferimento del diaframma (quote ed allineamento).

I cordoli saranno adeguatamente marcati con chiodi e strisce di vernice in corrispondenza degli estremi di ciascun pannello di diaframma da scavare.

2.4.2 Palancolati

I piani di lavoro dovranno essere adeguati in relazione alle dimensioni delle attrezzature da utilizzare, la loro quota dovrà consentire di rispettare ovunque le quote di progetto relative alla testa del palancolato.

2.5 MATERIALI

2.5.1 Armature metalliche

Le armature metalliche dovranno essere realizzate in conformità alle indicazioni di progetto e rispondere alle prescrizioni richieste dal presente Capitolato.

Le armature trasversali saranno costituite da riquadri o staffe a più braccia, con ampio spazio libero centrale per il passaggio del tubo di getto; esse saranno di norma esterne alle armature verticali.

Le armature metalliche verticali potranno essere costituite da barre tonde oppure da barre ad aderenza migliorata; verranno pre-assemblate fuori opera in «gabbie»; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo rispetto alla parete di scavo di 5 cm.

Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio (diametro 12-15 cm, larghezza > 6 cm) con perno in tondino metallico fissato a due ferri verticali contigui.

Per i distanziatori in plastica al fine di garantire la solidarietà con il calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratrici saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul periodo e con spaziatura verticale di 3,0-4,0 m.

Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo il perimetro che ne unisce i centri, non dovrà in nessun caso essere inferiore a 7,5 cm con aggregati inferiori ai 2 cm e a 10 cm con aggregati di classe superiore, e comunque con D_{max} non superiore ai 40 mm.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe in opera prima dell'inizio del getto mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera sul fondo del cavo.

2.5.2 Calcestruzzo

Il conglomerato cementizio sarà confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

La dimensione massima degli aggregati dovrà essere inferiore al valore minimo di interspazio tra le armature e comunque non superiore a 40 mm.

Il conglomerato cementizio dovrà avere la resistenza caratteristica cubica di progetto e comunque non dovrà risultare di classe inferiore a 30 MPa.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il valore di 0,50 nella condizione di aggregato saturo a superficie asciutta.

La lavorabilità dovrà essere tale da dare uno «slump» al cono di Abrams compreso fra 16 e 18 cm.

Per soddisfare entrambi questi requisiti potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante. È ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante. I prodotti commerciali che l'impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della Direzione Lavori.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazioni dei componenti.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun elemento di diaframma senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile; in ogni caso ciascun getto dovrà venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 20 m³/h.

La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire la erogazione nell'unità di tempo di volumi di conglomerato cementizio almeno doppi di quello sopra indicato.

2.5.3 Fanghi bentonitici

I fanghi bentonitici da impiegare nella esecuzione di prefori per l'esecuzione di diaframmi trivellati, saranno ottenuti miscelando fino ad avere una soluzione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- acqua (chiara di cantiere);
- bentonite in polvere;
- eventuali additivi (disperdenti, sali tampone, etc.)

2.5.4 Acqua

L'acqua impiegata avrà le seguenti caratteristiche:

| CARATTERISTICHE | |
|--|--------------------------|
| DESCRIZIONE | LIMITI DI ACCETTABILITA' |
| Contenuto di solfati (come SO ₃) | ≤ 20 mg/l |
| Contenuto di cloruri (Ione CL) | ≤ 20 mg/l |
| Sostanze sospese | ≤ 2 g/l |

2.5.5 Bentonite in polvere

La bentonite che verrà impiegata per la realizzazione di fanghi dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

| | |
|--|----------------------|
| residui al setaccio 38 della serie UNI n° 2331-2332 | < 1% |
| Tenore di umidità | < 15% |
| Limite di liquidità | > 400 |
| Viscosità 1500-1000 Marsh della sospensione al 6% di acqua distillata | > 40 s |
| Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore | < 2% |
| Acqua "libera" separata per pressofiltrazione di 450 cm ³ della sospensione al 6% in 30 min alla pressione di 0.7 MPa | < 18 cm ³ |
| PH dell'acqua filtrata | 7 < pH < 9 |
| Spessore del pannello di fango "cake" sul filtro della filtro-prensa | 2,5 mm |

La bentonite, certificata dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

2.5.6 Preparazione fanghi bentonitici

Il dosaggio di bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare di norma compreso fra il 4,5 ed il 9%, salva la facoltà della DL di ordinare dosaggi diversi in sede esecutiva, in relazione ad eventuali problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione.

Gli additivi dovranno essere prescelti tenendo conto della natura e dell'entità degli elettroliti presenti nell'acqua di falda in modo da evitare che essa provochi la flocculazione del fango.

La miscelazione sarà eseguita in impianti automatici con pompe laminatrici o mescolatori ad alta turbolenza accoppiati a cicloni ed operanti a circuito chiuso e con dosatura a peso dei componenti.

In ogni caso dovranno essere installate apposite vasche di adeguata capacità (>20m³) per la "maturazione" del fango, nelle quali esso dovrà rimanere per almeno 24 ore dopo la preparazione, prima di essere impiegato.

Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:

- peso specifico : non superiore a 1.08 t/m³
- viscosità Marsh : compresa fra 38" e 55"

L'Impresa dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango che consentono di contenere entro limiti ristretti la quantità di materiale trattenuto in sospensione.

Tali apparecchiature devono mantenere le caratteristiche del fango presente nel foro entro i seguenti limiti:

- peso di volume nel corso dello scavo $\leq 12.5 \text{ kN/m}^3$;
- contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango, prima dell'inizio delle operazioni di getto: $< 6\%$

La determinazione dei valori sopraindicati saranno condotte su campioni di fango prelevati a mezzo di campionatore per fluidi in prossimità del fondo dello scavo.

Per riportare il fango entro i limiti indicati esso deve essere fatto circolare per il tempo necessario, attraverso separatori a ciclone (o di pari efficacia), con una condotta dal fondo dello scavo, prima di reimmetterlo all'interno del cavo. In alternativa, il fango nel cavo dovrà essere sostituito in tutto o in parte con fango fresco.

Il fango estratto sarà in tal caso depurato in un secondo tempo, oppure convogliato a rifiuto presso discariche autorizzate, nel rispetto delle vigenti Norme di Legge.

2.5.7 Provvedimenti per evitare la dispersione dei fanghi nel terreno

- La perforazione con fango non è ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni fine ($D_{10} < 4 \text{ mm}$);
- Le caratteristiche chimico-fisiche del fango bentonitico saranno quelle prescritte;
- Le vasche di raccolta e trattamento fanghi bentonitici dovranno essere realizzate predisponendo tutti i necessari accorgimenti al fine di evitare la fuoriuscita o la dispersione nel terreno circostante dei fanghi stessi; in particolare sul fondo e sulle pareti delle vasche dovranno essere previsti teli di impermeabilizzazione;
- Durante l'esecuzione dello scavo dovranno essere presi tutti gli accorgimenti necessari al fine di prevenire la fuoriuscita del fango bentonitico al di là delle immediate vicinanze della zona di scavo, con eventuali arginelli di contenimento o tramite le corree di guida;
- In corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione plano-altimetrica della sommità del palo o di difesa dall'erosione del terreno nelle fasi di immissione e risalita dell'utensile di perforazione;
- La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri;
- L'Appaltatore dovrà verificare e fare in modo che il numero, la potenza e la capacità operativa delle attrezzature siano tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti. Sarà altresì cura dell'Appaltatore selezionare ed utilizzare le attrezzature più adeguate alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni ed alle dimensioni dei diaframmi;
- Sarà cura dell'Appaltatore apporre adeguati contrassegni, opportunamente spazati, su tutti gli elementi (tubi-forma, gabbie d'armatura, diaframmi, funi, ecc.) sui quali nelle differenti fasi di lavorazione è necessario effettuare delle misurazioni per verificare la profondità d'infissione, il livello d'estrazione ed il rifiuto;
- I volumi di fango in circolo dovranno essere controllati ed eventuali integrazioni annotate su un apposito registro allo scopo di evidenziare perdite di materiale non fisiologiche.

2.5.8 Fanghi biodegradabili

Per fango biodegradabile si intende un fluido di perforazione ad alta viscosità che muta spontaneamente le proprie caratteristiche nel tempo, riassumendo dopo pochi giorni le caratteristiche di viscosità proprie dell'acqua.

2.5.8.1 Caratteristiche e preparazione dei fanghi biodegradabili

Per la produzione dei fanghi biodegradabili si utilizzeranno di norma prodotti a base di amidi. La formulazione del fango deve essere preventivamente studiata con prove di laboratorio e comunicata preventivamente alla D.L.

Nelle prove occorrerà tenere conto della effettiva temperatura di utilizzo del fango (temperatura dell'acqua disponibile in cantiere, e temperatura dell'acqua di falda).

Il decadimento della viscosità deve avvenire di norma dopo un tempo sufficiente al completamento degli scavi.

In linea generale la perdita di viscosità deve iniziare dopo $20 \div 40$ ore dalla preparazione.

Se necessario, i fanghi potranno essere additivati utilizzando correttivi idrolizzanti.

2.5.9 Palancole metalliche

Dovranno essere utilizzati profilati aventi forma, sezione, spessore, lunghezza, conformi a quanto previsto dal progetto o, nel caso di impieghi di carattere provvisorio, comunque sufficienti a resistere alle massime sollecitazioni, sia in esercizio che durante le fasi di infissione ed estrazione.

Salvo differenti indicazioni riportate nei disegni di progetto, l'acciaio delle palancole dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- tensione di rottura $f_t = 550 \text{ N/mm}^2$
- limite elastico $f_y = 390 \text{ N/mm}^2$.

La superficie delle palancole dovrà essere convenientemente protetta con una pellicola di bitume o altro materiale protettivo. I bordi di guida dovranno essere perfettamente allineati e puliti.

2.6 MODALITA' ESECUTIVE

2.6.1 Diaframmi

2.6.1.1 Posa in opera del conglomerato cementizio

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera impiegando un tubo di convogliamento costituito da elementi non più lunghi di 2,50 m di un tubo in acciaio avente diametro interno di 20-25 cm.

L'interno dei tubi sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di 0,4-0,6 mc, mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento. Prima di installare il tubo di convogliamento sarà eseguita una ulteriore misura del fondo cavo.

Per diaframmi eseguiti in presenza di fango bentonitico, il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30-60 cm dal fondo della perforazione.

Prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da una palla di malta plastica oppure da uno strato di 30 cm di spessore di vermiculite granulare o di palline di polistirolo galleggianti sul liquido, oppure ancora da un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo getto di almeno 3-4 m di diaframma.

Il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima nel conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0m.

Per diaframmi perforati a secco non occorre alcun tappo alla sommità del tubo-getto.

Nei casi in cui sia richiesta la impermeabilità del diaframma o la collaborazione statica tra gli elementi che lo compongono, i giunti tra gli elementi dovranno essere opportunamente conformati.

A tale scopo prima del getto degli elementi primari, si poseranno ai due estremi del pannello da gettare e per tutta la profondità due casseforme metalliche a sezione circolare (o di diversa sezione opportunamente sagomata ed approvata dalla Direzione Lavori).

A presa iniziata, si provvederà ad estrarre per 2 -3 cm le casseforme mediante un'opportuna attrezzatura oleodinamica, ripetendo l'operazione in tempi successivi qualora le dimensioni dell'elemento comportino durate del getto notevoli e quindi tempi di presa scaglionati per le diverse fasce di profondità di ciascun elemento.

A presa ultimata per tutto il pannello si provvederà all'estrazione completa delle casseforme.

La superficie esterna delle casseforme dovrà essere continua, liscia, priva di incrostazioni ed all'occorrenza spalmata di un prodotto disarmante, in modo da permettere l'esecuzione agevole delle operazioni sopra indicate, senza danni per il getto.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei diaframmi sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del diaframma non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del diaframma sino alla quota di sottopinto o alla quota testa diaframma di progetto.

Nel caso che, durante la eventuale scopertura del paramento in vista del diaframma, si riscontrassero difetti di esecuzione (quali soluzioni di continuità nel conglomerato, non perfetta tenuta dei giunti di collegamento, ecc.), sarà onere dell'Impresa adottare a sua cura e spese i provvedimenti che saranno necessari a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

2.6.2 Palancole

La realizzazione dei palancolati provvisori e definitivi richiede che vengano adottati tutti i provvedimenti necessari perchè l'opera abbia, senza eccezioni, i requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda la verticalità, la complanarità ed il mutuo incastro degli elementi costitutivi, la capacità di resistere ai carichi laterali.

L'attrezzatura d'infissione e di estrazione avrà caratteristiche conformi a quanto definito dall'Impresa allo scopo di assicurare il raggiungimento della profondità d'infissione richiesta nel contesto stratigrafico locale e la possibilità di estrazione degli elementi non definitivi.

L'infissione sarà realizzata a percussione, utilizzando un battipalo, o tramite vibrazione, con apposito vibratore. L'estrazione sarà preferibilmente eseguita mediante vibrazione.

Il battipalo sarà di tipo scorrevole su una torre con guide fisse e perfetto allineamento verticale, con caratteristiche in accordo alle prescrizioni di progetto, se esistenti.

Si potranno impiegare battipali a vapore o diesel, in ogni caso in grado di fornire l'energia sufficiente all'infissione entro i terreni presenti nel sito, adeguatamente alle condizioni della stratigrafia locale.

La massa battente del battipalo agirà su un cuffia o testa di battuta in grado di proteggere efficacemente la palancola da indesiderate deformazioni o danni.

Per ogni attrezzatura l'Impresa dovrà fornire le seguenti informazioni:

- marca e tipo del battipalo;
- principio di funzionamento;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- n. di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- caratteristiche della cuffia o testa di battuta;
- peso del battipalo.

Il vibratore sarà a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico.

Le caratteristiche dell'attrezzatura (momento di eccentricità, numero di vibrazioni al minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza ed accelerazione del minimo) saranno scelte dall'Impresa in relazione alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

Le palancole saranno di tipo metallico, con caratteristiche geometriche conformi alle prescrizioni di progetto.

Tipo e qualità dei materiali costituenti saranno invece corrispondenti a quanto definito al punto 2.4.1.2 del presente Capitolato.

Le palancole saranno preferibilmente infisse con l'ausilio di uno scavo guida d'invito, di dimensioni adeguate.

L'Impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori il programma cronologico di infissione per tutte le palancole, prima dell'inizio dell'infissione stessa.

L'infissione per battitura avverrà con l'uso di un battipalo perfettamente efficiente e proseguirà fino al raggiungimento della quota di progetto o fino al raggiungimento del rifiuto, che, se non diversamente indicato, sarà considerato raggiunto quando si misureranno, per 50 colpi di maglio, avanzamenti non superiori a 10 cm.

L'Impresa potrà, informandone la Direzione Lavori, ricorrere a delle iniezioni di acqua in pressione per facilitare il superamento di livelli granulari addensati, procurando la discesa della palancola per peso proprio con l'ausilio di una modesta battitura. Modalità, pressioni e portata del getto devono essere comunicate alla Direzione Lavori.

In caso di qualsiasi anomalia rilevata nel corso dell'infissione e comunque nel caso di mancato raggiungimento della prevista quota finale, sia nel caso di infissione per battitura che per vibrazione, l'Impresa dovrà immediatamente informare la Direzione Lavori.

Le palancole appartenenti ad opere provvisorie saranno estratte associando tiro e vibrazione.

Per la fase di estrazione si compilerà una scheda analoga a quella descritta per l'infissione.

A estrazione avvenuta, la palancola sarà esaminata ed il suo stato brevemente descritto, annotando la presenza di distorsioni, deformazioni o danni.

2.7 SPECIFICA DI CONTROLLO

La seguente specifica si applica ai diaframmi e palancolati, precedentemente esaminate.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc.

Sono altresì comprese tutte le Norme tecniche vigenti in materia.

Le procedure delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione delle difficoltà tecniche e realizzative.

Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla DL.

2.7.1 Diaframmi

2.7.1.1 Materiali

Per le opere realizzate in conglomerato cementizio, si utilizzeranno le specifiche di controllo riportate in corrispondenza dei punti 2.3.1 e 2.3.3 della sezione “pali” del presente Capitolato.

In particolare per le armature, si dovrà verificare la loro congruità con i disegni di progetto, e che siano dotati di dei corrispondenti certificati forniti dal produttore, su ogni lotto di fornitura, corrispondenti alle specifiche del presente Capitolato.

In caso di assenza di tali certificazioni, il materiale non potrà essere posto in opera.

2.7.1.2 Controlli in fase esecutiva

Durante l'esecuzione di ogni elemento di diaframma, si dovrà registrare su apposita scheda, compilata dall'Impresa in contraddittorio con la DL, per riportare il riscontro delle tolleranze ammissibili e per riportare i seguenti dati:

- identificazione del diaframma;
- successione stratigrafica dei terreni attraversati;
- data di inizio perforazione e di fine getto;
- valore degli “slump” del calcestruzzo, effettuato per ogni betoniera o 10 m³ di conglomerato cementizio impiegato;
- profondità prima del getto;
- il numero di campioni prelevati secondo le modalità e prescrizioni previste;
- i controlli su ogni lotto di fango bentonitico impiegato;
- caratteristiche geometriche costruttive degli eventuali giunti;
- le caratteristiche degli additivi utilizzati;
- la quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni elemento di diaframma, con una tecnica analoga a quella descritta nella sezione “pali” del presente Capitolato.

2.7.2 Prove di controllo sugli elementi di diaframma

2.7.2.1 Prove di carico per i soli elementi di diaframma con funzione portante verticale

Il numero di elementi da sottoporre alla prova di carico deve essere stabilito in base all'importanza dell'opera ed al grado di omogeneità del sottosuolo, tale numero deve essere pari ad almeno il 2% del totale del numero degli elementi, con un minimo di due.

La scelta degli elementi di prova è di competenza della Direzione Lavori che tra l'altro dovrà tener presente la necessità di interessare le diverse situazioni del sottosuolo, evitandone la concentrazione.

Il carico di prova sarà in genere pari a 1,5 volte il carico di esercizio.

Al momento della prova il conglomerato cementizio del diaframma dovrà avere almeno ventotto giorni di stagionatura.

Le modalità di applicazione e la durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e di scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori anche in funzione della natura dei terreni di fondazione.

Il carico sarà applicato mediante un martinetto che trova contrasto su un'adeguata zavorra o elementi di diaframma di reazione, il cui manometro (o cella di carico) dovrà essere corredato da un certificato di taratura di data non anteriore a trenta giorni.

Le misure dei cedimenti dovranno essere rilevate mediante 4 micrometri centesimali, interposti tra la testa dell'elemento di diaframma e una struttura porta micrometri solidale al terreno in punti sufficientemente distanti dall'elemento di prova e dal sistema di contrasto, così da evitare l'influenza delle operazioni di carico e scarico.

I supporti di tale struttura devono distare non meno di 3,0 m dall'elemento di diaframma di prova e non meno di 3 volte lo spessore dell'elemento di prova, e non meno di 2,0 m dalla impronta della zavorra o da elementi di diaframma di reazione.

La struttura portamicrometri dovrà essere protetta da vibrazioni e urti accidentali e schermata dai raggi solari per minimizzare le deformazioni di natura termica.

Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data e ora di ogni variazione di carico, entità del carico, le letture ai micrometri e il diagramma di carichi-cedimenti.

Al verbale verranno allegati i certificati di taratura del manometro (o cella di carico).

In taluni casi si dovranno effettuare delle prove di carico limite per accertare i carichi che producono il collasso del complesso pannello - terreno. Questo tipo di prove dovrà essere effettuato su pannelli opportunamente predisposti, all'esterno del diaframma, ed in una situazione geotecnica analoga.

Il carico massimo da applicare nel corso della prova deve raggiungere il valore di 2,5 – 3 volte il valore del carico di esercizio scelto dal progettista.

Il numero minimo di prove sarà pari a 1 per ogni tipo di diaframma e per una situazione geotecnica equivalente.

Prove di carico laterale

Tali tipologie di prove saranno effettuate su quei pannelli indicati dal progettista e/o preventivamente concordati con la DL.

Essa sarà unicamente del tipo non distruttivo, e verranno eseguite con l'ausilio di pannelli di contrasto posti almeno a 3 m di distanza dal pannello di prova.

Per le prove di carico laterale valgono le indicazioni per le prove di carico assiale.

2.7.2.2 Controlli non distruttivi

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche degli elementi di diaframma non compromettendone l'integrità strutturale.

A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- a) prove geofisiche;
- b) carotaggio continuo meccanico;
- c) scavi attorno al fusto dell'elemento di diaframma.

Per tutti i controlli non distruttivi l'impresa provvederà a sottoporre alla Direzione Lavori per approvazione il programma e le specifiche tecniche di dettaglio.

2.7.2.3 Prove geofisiche

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti, attraverso la posa in opera di almeno due tubi di diametro interno non inferiore a 1" ½.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione all'importanza dell'opera, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei diaframmi.

Gli elementi di diaframma da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli su almeno il 5% del numero totale degli elementi di diaframma con un numero minimo di due.

Prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la profondità dell'elemento, entro cui possano scorrere le sonde di emissione e ricezione, dovranno essere predisposte per il 15% dello sviluppo totale dei diaframmi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.

Le prove dovranno essere eseguite non prima di 28 giorni dal termine delle operazioni di getto

Le misure dovranno essere eseguite ogni 10 cm di avanzamento della sonda nelle tubazioni predisposte.

L'esito della prova sarà registrato con apparecchiatura digitale.

Nel caso si identifichino anomalie, le misure saranno ripetute con le sonde a quote diverse tra loro, al fine di stabilire se l'anomalia riscontrata è dovuta ad un piano di discontinuità oppure è provocata da cavità o inclusioni nel getto di calcestruzzo.

I risultati di tali prove saranno riportati su apposita scheda in cui verrà indicato:

- i dati di identificazione del pannello, rispetto alla planimetria;
- la data di esecuzione della prova;
- le registrazioni effettuate ad ogni avanzamento della sonda e la tipologia della sonda;
- caratteristiche della centralina di registrazione.

2.7.2.4 Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo, allo stato indisturbato, del conglomerato e se richiesto del sedime di imposta.

Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisiche, meccaniche e chimiche. Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quegli elementi di diaframma ove si fossero manifestate inosservanze rispetto le presenti norme tecniche di appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

2.7.2.5 Scavi attorno al fusto del diaframma

Verranno richiesti dalla Direzione Lavori, ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4,0 - 5,0 metri di diaframma.

Il fusto del diaframma dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, in corrispondenza di quegli elementi del diaframma ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle presenti Norme tecniche di appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

2.7.2.6 Prove su pannelli strumentati

Per tali tipi di pannelli oltre alle prove di carico assiale e laterale, per cui valgono i controlli descritti ai precedenti punti.

Si dovrà procedere ai seguenti controlli:

Subito dopo il getto del pannello strumentato si dovrà procedere alla verifica della funzionalità della strumentazione installata, al fine di accertarsi che non abbia subito alcun danno.

Oltre al controllo di funzionalità precedente, si dovranno eseguire degli ulteriori controlli, ma con registrazione dei dati.

Tali controlli verranno effettuati con le seguenti cadenze a partire dalla data del getto:

1° controllo: a 7 giorni; 2° controllo: a 14 giorni;

3° controllo: a 28 giorni;

4° controllo: immediatamente prima della prova di carico.

I dati dovranno essere registrati su apposito modulo, riportante oltre all'identificazione del pannello anche la data (giornaliera e progressiva) dei controlli, saranno allegati, insieme alla documentazione della prova di carico. In particolare il controllo n. 4 costituirà la misura origine per le letture successive.

Per quanto riguarda la prova di carico laterale, questa avverrà con l'ausilio del tubo inclinometrico e con gli estensimetri elettrici già predisposti se ciò era già stato concordato con la Direzione Lavori:

2.7.2.7 Controllo delle deformazioni

Questo tipo di controllo si eseguirà con l'ausilio di tubi inclinometrici annegati nel getto di calcestruzzo.

Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro \varnothing 81/76 mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.

Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo bi-assiale, previo rilevamento delle torsioni iniziali del tubo guida.

La frequenza delle misure sarà stabilita volta per volta in accordo con la D.L., in relazione ai programmi di scavo del pannello ed alla messa in trazione degli eventuali tiranti di ancoraggio. L'esito delle prove sarà registrato in una apposita scheda in cui sarà indicato, per ogni pannello:

- i dati identificativi del pannello rispetto alla planimetria;
- la data di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- il tipo di sonda inclinometrica impiegata;
- i dati sulla torsione iniziale dei tubi guida;
- le registrazioni dei dati inclinometrici rilevati.

2.7.3 Palancole

2.7.3.1 Materiali

Si dovrà verificare che gli acciai impiegati siano conformi alle prescrizioni del presente Capitolato e siano dotati dei relativi certificati per ogni lotto di fornitura.

In assenza di questi non sarà possibile mettere in opera l'elemento.

2.7.3.2 Controlli in fase esecutiva

Nel corso della infissione per battitura, verrà conteggiato il numero dei colpi per avanzamenti di 1 m. In corrispondenza degli ultimi metri, se richiesto dalla Direzione Lavori, si conteggerà il numero di colpi per l'infissione di tratte successive di 10 cm.

Al termine della infissione, l'Impresa dovrà controllare la posizione plano-altimetrica e l'effettivo incastro laterale reciproco degli elementi.

Per ciascun elemento infisso mediante battitura o vibrazione, l'Impresa oltre al controllo delle tolleranze, dovrà redigere una scheda indicante:

- n. progressivo della palancola, riportato sulla planimetria di progetto
- dati tecnici della attrezzatura
- tempo necessario per l'infissione
- informazioni relative alla locale stratigrafia
- tabella dei colpi per l'avanzamento (ove applicabile)
- note aggiuntive su eventuali anomalie o inconvenienti.

In presenza di anomalie o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, di mancato raggiungimento della quota di progetto e qualsiasi altra anomalia, l'Impresa a comunicare ciò alla Direzione Lavori, concordando l'eventuale riesame della progettazione o gli opportuni provvedimenti.

Per la fase di estrazione si compilerà una analoga scheda, a quella descritta precedentemente, dove si verificherà l'integrità della stessa.

ART. 10

- PALI -

INDICE

- 1.1 CLASSIFICAZIONE
- 1.2 DEFINIZIONI
- 1.3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO
- 1.4 PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO
- 2.0 PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO
- 2.1 Soggezioni geotecniche ed ambientali
- 2.2 Prove tecnologiche preliminari
- 2.3 Materiali
- 2.3.1 Armature metalliche
- 2.3.2 Rivestimenti metallici
- 2.3.3 Conglomerato cementizio
- 2.3.4 Fanghi bentonitici
- 2.3.4.1 Acqua
- 2.3.4.2 Bentonite in polvere
- 2.3.4.3 Preparazione dei fanghi bentonitici
- 2.3.4.4 Provvedimenti per evitare la dispersione dei fanghi nel terreno
- 2.3.5 Fanghi biodegradabili
- 2.3.5.1 Caratteristiche e preparazione dei fanghi biodegradabili
- 3.0 TIPOLOGIE ESECUTIVE
- 3.1 PALI TRIVELLATI
- 3.1.1 Tolleranze geometriche
- 3.1.2 Tracciamento
- 3.1.3 Pali trivellati con fanghi bentonitici
- 3.1.3.1 Formazione del fusto del palo
- 3.1.4 Pali trivellati con fanghi biodegradabili
- 3.1.5 Pali trivellati con rivestimento provvisorio
- 3.1.5.1 Formazione del fusto del palo
- 3.1.6 Pali trivellati ad elica continua armati dopo il getto

- 3.1.6.1 Formazione del fusto del palo
- 3.1.7 Pali trivellati ad elica continua armati prima del getto
 - 3.1.7.1 Formazione del fusto del palo
- 3.2 MICROPALI
 - 3.2.1 Tolleranze geometriche
 - 3.2.2 Tracciamento
 - 3.2.3 Armature
 - 3.2.3.1 Armatura con barre di acciaio in c.a.
 - 3.2.3.2 Armatura tubolare
 - 3.2.3.1 Armatura con profilati di acciaio
 - 3.2.3.4 Malte e miscele cementizie
 - 3.2.4 Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione
 - 3.2.4.1 Formazione del fusto del micropalo
 - 3.2.5 Micropali con riempimento a gravità o a bassa pressione
 - 3.2.5.1 Formazione del fusto del micropalo
- 4.0 PROVE DI CARICO
 - 4.1 PROVE SUI PALI DI GRANDE DIAMETRO
 - 4.1.1 Prove di carico assiale
 - 4.1.1.2 Attrezzatura e dispositivi di prova
 - 4.1.1.3 Preparazione della prova
 - 4.1.1.4 Programma di carico
 - 4.1.1.5 Risultati della prova
 - 4.1.2 Prove di carico su pali strumentati
 - 4.1.2.1 Attrezzatura e dispositivi di prova
 - 4.1.2.2 Preparazione ed esecuzione della prova
 - 4.1.3 Prove di carico laterale
 - 4.2 PROVE DI CARICO SUI MICROPALI
 - 4.2.1 Prove di carico assiale
 - 4.2.1.1 Attrezzature e dispositivi di prova
 - 4.2.1.2 Programma di carico
 - 4.2.1.3 Risultati delle prove

- 4.3 PROVE NON DISTRUTTIVE
 - 4.3.1 Prove geofisiche
 - 4.3.2 Carotaggio continuo meccanico
 - 4.3.3 Scavi attorno al fusto del palo
- 5.0 SPECIFICA DI CONTROLLO
 - 5.1 GENERALITA'
 - 5.2 PALI TRIVELLATI
 - 5.2.1 Controllo del fango bentonitico
 - 5.2.1.0 Prove di controllo
 - 5.2.1.1 Misure del peso specifico o di volume
 - 5.2.1.2 Misure della viscosità
 - 5.2.1.3 Misura del pH
 - 5.2.1.4 Misura del contenuto in sabbia
 - 5.2.1.5 Misura dell'acqua libera e dello spessore del "cake"
 - 5.2.3 Controllo del fango biodegradabile
- 5.3 PALI TRIVELLATI AD ELICA
- 5.4 MICROPALI

1.1. CLASSIFICAZIONE

a) *Pali di medio e grande diametro*

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie:

- Pali infissi (gettati in opera o prefabbricati)
- Pali trivellati
- Pali trivellati ad elica continui

b) *Micropali*

Con tale denominazione devono essere intesi, i pali trivellati aventi diametro ≤ 250 mm costituiti da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio.

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie, a seconda delle modalità di connessione al terreno:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

1.2. DEFINIZIONI

a) *Pali trivellati ad elica continua*

Con tale denominazione si vengono ad identificare, i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.

L'estrazione dell'elica avviene contemporaneamente alla immissione del calcestruzzo.

b) *Micropali*

Con tale denominazione vengono identificati pali trivellati ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro ($d \leq 250$ mm) con tubi metallici, che possono anche essere dotati di valvole di non ritorno (a seconda delle modalità di solidarizzazione con il terreno), che sono connessi al terreno mediante:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità di connessione con il terreno, sono da applicare rispettivamente:

- per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformabilità a breve termine sia superiore ai 200 MPa, utilizzeremo il primo tipo di connessione;
- per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 200 MPa, utilizzeremo il secondo ed il terzo tipo di connessione.

L'armatura metallica può essere costituita da:

- tubo senza saldature, eventualmente dotato di valvole di non ritorno;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armature costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata, e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirali continue in tondo ad aderenza migliorata o liscio.

1.3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti normative

- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 14/01/2008;
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11/03/1988 e Circolare LL.PP. n° 30483 del 24/09/1988
- Associazione Geotecnica Italiana, Raccomandazioni sui pali di fondazione, Dic. 1984
- Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN, saranno specificate ove pertinenti.

1.4 PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO

L'Impresa dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei pali, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

Per la realizzazione dei pali in alveo, in presenza di un battente di acqua fluente, l'Impresa predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

2.0 PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO

2.1 SOGGEZIONI GEOTECNICHE E AMBIENTALI

a) Pali trivellati

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione "a secco" senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata (C_u) che alla generica profondità di scavo H soddisfi la seguente condizione:

$$c_u \geq \gamma H/3$$

dove:

γ = peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso alcuno di acqua nel foro;

- la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ($D_{10} > 4$ mm). Durante le operazioni di perforazione si dovrà tenere conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo, si dovrà quindi minimizzare e/o evitare:
 - rammollimento di strati coesivi, minimizzando e/o annullando l'intervallo di tempo tra la perforazione e il getto del palo;
 - la diminuzione di densità relativa (D_r) degli strati incoerenti;
 - la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci, proprie dello stato naturale;
 - la riduzione dell'aderenza palo-terreno, a causa dell'uso improprio dei fanghi.

Nel caso di attraversamento di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una sufficiente ammortatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, del peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

Sulle attrezzature di manovra degli utensili di scavo, saranno disposte delle marcature regolari (1-2 m) che consentiranno il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide, dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

b) Pali trivellati ad elica continua

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di falda.

Nel caso vengono ad interessare terreni compressibili, nelle fasi di getto, dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a ridurre o evitare sbulbature.

2.2 PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI

Controlli di integrità dei pali

In tutti i casi in cui la qualità dei pali dipenda in misura significativa dai procedimenti esecutivi e dalle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, devono essere effettuati controlli di integrità.

Il controllo dell'integrità, da effettuarsi con prove dirette o indirette di comprovata validità, deve interessare almeno il 5% dei pali della fondazione con un minimo di 2 pali.

Nel caso di gruppi di pali di grande diametro ($d \geq 80$ cm), il controllo dell'integrità deve essere effettuato su tutti i pali di ciascun gruppo se i pali del gruppo sono in numero inferiore o uguale a 4.

Prove di carico

Le prove per la determinazione della resistenza del singolo palo (prove di progetto) devono essere eseguite su pali appositamente realizzati (pali pilota) identici, per geometria e tecnologia esecutiva, a quelli da realizzare e ad essi sufficientemente vicini.

L'intervallo di tempo intercorrente tra la costruzione del palo pilota e l'inizio della prova di carico deve essere sufficiente a garantire che il materiale di cui è costituito il palo sviluppi la resistenza richiesta e che le pressioni interstiziali nel terreno si riportino ai valori iniziali.

Se si esegue una sola prova di carico statica di progetto, questa deve essere ubicata dove le condizioni del terreno sono più sfavorevoli.

Le prove di progetto devono essere spinte fino a valori del carico assiale tali da portare a rottura il complesso palo-terreno o comunque tali da consentire di ricavare significativi diagrammi dei cedimenti dalla testa del palo in funzione dei carichi e dei tempi.

Il sistema di vincolo deve essere dimensionato per consentire un valore del carico di prova non inferiore a 2,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

La resistenza del complesso palo-terreno è assunta pari al valore del carico applicato corrispondente ad un cedimento della testa pari al 10% del diametro nel caso di pali di piccolo e medio diametro ($d < 80$ cm), non inferiori al 5% del diametro nel caso di pali di grande diametro ($d \geq 80$ cm).

Se tali valori di cedimento non sono raggiunti nel corso della prova, è possibile procedere all'estrapolazione della curva sperimentale a patto che essa evidenzii un comportamento del complesso palo-terreno marcatamente non lineare.

Per i pali di grande diametro si può ricorrere a prove statiche eseguite su pali aventi la stessa lunghezza dei pali da realizzare, ma diametro inferiore, purché tali prove siano adeguatamente motivate ed interpretate al fine di fornire indicazioni utili per i pali da realizzare. In ogni caso, la riduzione del diametro non può essere superiore al 50% ed il palo di prova deve essere opportunamente strumentato per consentire il rilievo separato delle curve di mobilitazione della resistenza laterale e della resistenza alla base.

Le prove di progetto possono essere eseguite prove dinamiche ad alto livello di deformazione, purché adeguatamente interpretate al fine di fornire indicazioni comparabili con quelle derivanti da una corrispondente prova di carico statica di progetto.

Prove di verifica in corso d'opera

Sui pali di fondazione devono essere eseguite prove di carico statiche di verifica per controllarne principalmente la corretta esecuzione e il comportamento sotto le azioni di progetto. Tali prove devono pertanto essere spinte ad un carico assiale pari a 1,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

In presenza di pali strumentati per il rilievo separato delle curve di mobilitazione delle resistenze lungo la superficie e alla base, il massimo carico assiale di prova può essere posto pari a 1,2 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

Il numero e l'ubicazione delle prove di verifica devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione; in ogni caso il numero di prove non deve essere inferiore a:

- 1 se il numero di pali è inferiore o uguale a 20,
- 2 se il numero di pali è compreso tra 21 e 50,
- 3 se il numero di pali è compreso tra 51 e 100,
- 4 se il numero di pali è compreso tra 101 e 200,
- 5 se il numero di pali è compreso tra 201 e 500,
- il numero intero più prossimo al valore $5 + n/500$, se il numero di pali è superiore a 500.

Il numero di prove di carico di verifica può essere ridotto se sono eseguite prove di carico dinamiche, da tarare con quelle statiche di progetto, e siano effettuati controlli non distruttivi su almeno il 50% dei pali.

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e gli associati dettagli esecutivi e di posa in opera del palo, dovranno essere comunicati preliminarmente all'esecuzione dei pali dall'Impresa alla DL.

Nell'eventualità di particolare complessità della situazione geotecnica e/o stratigrafica, o in relazione dell'importanza dell'opera, l'idoneità delle attrezzature sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

Tali verifiche dovranno essere condotte in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata in progetto e comunque tali da essere rappresentative dal punto di vista geotecnico ed idrogeologico.

I pali di prova dovranno essere realizzati in corrispondenza dell'opera, e predisposti al di fuori della palificata ad una distanza dalla stessa non inferiore ai 10 m presa ortogonalmente dal bordo più vicino del plinto di raccordo, in maniera tale da ricadere nella medesima situazione geotecnica e/o stratigrafica della palificata in progetto.

Tali pali dovranno essere eseguiti o posti in opera alla presenza della DL, cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali in progetto.

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo non distruttive, ed a ogni altra prova di controllo, che saranno richieste dalla DL, tali da eliminare gli eventuali dubbi sulla accettabilità delle modalità esecutive

Nel caso in cui l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva, sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso sempre a sua cura, alle prove tecnologiche precedentemente descritte.

Di tutte le prove e controlli eseguiti, l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

2.3 MATERIALI

Le prescrizioni che seguono sono da intendersi integrative di quelle riguardanti le Opere in Conglomerato Cementizio, e che si intendono integralmente applicabili.

2.3.1 Armature metalliche

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

Le armature saranno preassemblate fuori opera in gabbie; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con punti di saldatura elettrica.

I pali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza poggiarla sul fondo del foro.

Non si ammette di norma la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7.5 cm con aggregati di diametro minimo non superiore ai 2 cm, e 10 cm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5.

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo. Gli elementi strutturali devono essere verificati allo stato limite di fessurazione secondo il § 4.1.2.2.4 delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copri ferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto di calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro, ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri.

La posa della gabbia all'interno del tubo forma, per i pali battuti, potrà aver luogo solo dopo aver accertato l'assenza di acqua e/o terreno all'interno dello stesso.

Qualora all'interno del tubo forma si dovesse riscontrare la presenza di terreno soffice o di infiltrazione di acqua, la costruzione del palo dovrà essere interrotta, previo riempimento con conglomerato cementizio magro.

Tale palo sarà successivamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa, da uno o due pali supplementari, sentito il progettista.

L'Impresa esecutrice dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto.

A getto terminato, si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri d'armatura.

Al fine di irrigidire le gabbie di armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre d'armatura.

Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre lisce verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali, orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà prevedersi un cerchiante ogni 2.5 – 3 m.

Per i pali trivellati, al fine di eseguire le prove geofisiche che sono descritte nel punto 2.2, l'Impresa dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale dei pali trivellati con un diametro $d \geq 700$ mm, con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

2.3.2 Rivestimenti metallici

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso di pali battuti questi saranno in acciaio, di qualità, forma e spessori tali da sopportare tutte le sollecitazioni durante il trasporto, il sollevamento e l'infissione e senza che subiscano distorsioni o collassi conseguenti alla pressione del terreno od all'infissione dei pali vicini.

Il dimensionamento dei tubi di rivestimento, per pali battuti senza asportazione di terreno, potrà essere effettuato mediante il metodo dell'onda d'urto.

I rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera dovranno avere la base piatta e saldata al fusto.

Questa sarà realizzata mediante una piastra di spessore non inferiore ai 3 mm, saldata per l'intera circonferenza del tubo di rivestimento.

Dovrà essere priva di sporgenze rispetto al rivestimento, la saldatura dovrà impedire l'ingresso di acqua all'interno del tubo per l'intera durata della battitura ed oltre.

La piastra dovrà essere tale da resistere alle sollecitazioni di battitura e ribattitura.

I rivestimenti possono essere realizzati anche a sezione variabile, con l'impiego di raccordi flangiati.

Nel caso di pali battuti con rivestimento definitivo, da realizzare in ambienti aggressivi la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati, da concordare con la Direzione Lavori.

Nel caso di pali battuti gettati in opera con tubo forma estraibile, l'espulsione del fondello, occludente l'estremità inferiore del tubo-forma, può essere eseguito con un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo forma collegato, tramite un'asta rigida, alla base della testa di battuta.

Può essere impiegato, tubo-forma dotato di fondello incernierato recuperabile.

Nel caso dei pali trivellati, con tubazioni di rivestimento, questa dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi 2.0 – 2.5 m connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta, imprimendole un movimento rototraslatorio mediante morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza (essenzialmente in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi).

In questo secondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2.50 m anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purchè non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

2.3.3 Conglomerato cementizio

Sarà conforme a ciò che è prescritto nei disegni di progetto e nelle sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Il conglomerato sarà confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

Le classi di aggregato da impiegare dovranno essere tali da soddisfare il criterio della massima densità (curva di Fuller) per la loro granulometria.

La dimensione massima degli inerti deve essere tale che $D_{max}/2.5 \geq i_{min}$ dove i_{min} è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 40 mm.

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.

Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR n. 246/93 è indicato nella seguente tabella:

| Specificativa Tecnica Europea armonizzata di riferimento | Uso Previsto | Sistema di Attestazione della Conformità |
|--|--------------------------|--|
| Aggregati per calcestruzzo UNI EN 1262 e UNI EN 13055-1 | Calcestruzzo strutturale | 2+ |

Tabella 1. Tabella 11.2.II delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008

E' consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III delle NTC 2008 a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Nelle prescrizioni di progetto si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella 11.2.III delle NTC 2008.

Per quanto riguarda gli eventuali controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella Tab. 11.2.IV delle NTC 2008. I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

| Caratteristiche tecniche |
|---|
| Descrizione petrografica semplificata |
| Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini) |
| Indice di appiattimento |
| Dimensione per il filler |
| Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo) |
| Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo Rck \geq C50/60) |

Il cemento da impiegato dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalla vigente Legislazione, e dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno.

Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica (Rbk) così come indicato in progetto, e comunque non inferiore a $Rbk \geq 25$.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il limite di 0,5, nella condizione di aggregato saturo e superficie asciutta.

La lavorabilità in fase di getto, il calcestruzzo dovrà essere tale da dare uno "slump" al cono di Abrams (CNR UNI 7163-79) compreso fra 16 e 20 cm.

Per soddisfare entrambi questi requisiti, potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purchè non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 934-2.

In assenza di specifica norma armonizzata europea, il produttore di miscele preconfezionate di componenti per calcestruzzi, cui sia da aggiungere in cantiere l'acqua di impasto, deve documentare per ogni componente utilizzato la conformità alla relativa norma armonizzata europea.

I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della DL.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto, e comunque non inferiore a 15 m³/ora per pali di diametro $d < 800$ mm e di 20 m³/ora per pali di diametro $d \geq 800$ mm.

L'Impresa dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.

2.3.4 Fanghi bentonitici

I fanghi bentonitici da impiegare nella esecuzione di prefori per l'esecuzione di pali trivellati, saranno ottenuti miscelando fino ad avere una soluzione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- acqua (chiara di cantiere);
- bentonite in polvere;
- eventuali additivi (dispendenti, sali tampone, etc.)

2.3.4.1 Acqua

L'acqua impiegata avrà le seguenti caratteristiche:

| CARATTERISTICHE | |
|--|--------------------------|
| DESCRIZIONE | LIMITI DI ACCETTABILITA' |
| Contenuto di solfati (come SO ₃) | ≤ 20 mg/l |
| Contenuto di cloruri (Ione CL) | ≤ 20 mg/l |
| Sostanze sospese | ≤ 2 g/l |

2.3.4.2 Bentonite in polvere

La bentonite che verrà impiegata per la realizzazione di fanghi dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

| | |
|--|----------------------|
| residui al setaccio 38 della serie UNI n° 2331-2332 | < 1% |
| Tenore di umidità | < 15% |
| Limite di liquidità | > 400 |
| Viscosità 1500-1000 Marsh della sospensione al 6% di acqua distillata | > 40 s |
| Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore | < 2% |
| Acqua "libera" separata per pressofiltrazione di 450 cm ³ della sospensione al 6% in 30 min alla pressione di 0.7 MPa | < 18 cm ³ |
| PH dell'acqua filtrata | 7 < pH < 9 |
| Spessore del pannello di fango "cake" sul filtro della filtro-pressa | 2,5 mm |

La bentonite, certificata dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

2.3.4.3 Preparazione fanghi bentonitici

Il dosaggio di bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare di norma compreso fra il 4,5 ed il 9%, salva la facoltà della DL di ordinare dosaggi diversi in sede esecutiva, in relazione ad eventuali problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione.

Gli additivi dovranno essere prescelti tenendo conto della natura e dell'entità degli elettroliti presenti nell'acqua di falda in modo da evitare che essa provochi la flocculazione del fango.

La miscelazione sarà eseguita in impianti automatici con pompe laminatrici o mescolatori ad alta turbolenza accoppiati a cicloni ed operanti a circuito chiuso e con dosatura a peso dei componenti.

In ogni caso dovranno essere installate apposite vasche di adeguata capacità (>20m³) per la "maturazione" del fango, nelle quali esso dovrà rimanere per almeno 24 ore dopo la preparazione, prima di essere impiegato.

Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:

- peso specifico : non superiore a 1.08 t/m³
- viscosità Marsh : compresa fra 38" e 55"

L'Impresa dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango che consentono di contenere entro limiti ristretti la quantità di materiale trattenuto in sospensione.

Tali apparecchiature devono mantenere le caratteristiche del fango presente nel foro entro i seguenti limiti:

- . peso di volume nel corso dello scavo ≤ 12.5 kN/m³;
- . contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango, prima dell'inizio delle operazioni di getto: < 6%

La determinazione dei valori sopraindicati saranno condotte su campioni di fango prelevati a mezzo di campionatore per fluidi in prossimità del fondo dello scavo.

Per riportare il fango entro i limiti indicati esso deve essere fatto circolare per il tempo necessario, attraverso separatori a ciclone (o di pari efficacia), con una condotta dal fondo dello scavo, prima di reimmetterlo all'interno del cavo. In alternativa, il fango nel cavo dovrà essere sostituito in tutto o in parte con fango fresco.

Il fango estratto sarà in tal caso depurato in un secondo tempo, oppure convogliato a rifiuto presso discariche autorizzate, nel rispetto delle vigenti Norme di Legge.

2.3.4.4 Provvedimenti per evitare la dispersione dei fanghi nel terreno

- La perforazione con fango non è ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni fine ($D_{10} < 4$ mm);
- Le caratteristiche chimico-fisiche del fango bentonitico saranno quelle prescritte, in particolare sarà evitata la flocculazione del fango;
- Le vasche di raccolta e trattamento fanghi bentonitici dovranno essere realizzate predisponendo tutti i necessari accorgimenti al fine di evitare la fuoriuscita o la dispersione nel terreno circostante dei fanghi stessi; in particolare sul fondo e sulle pareti delle vasche dovranno essere previsti teli di impermeabilizzazione;
- Durante l'esecuzione dello scavo dovranno essere presi tutti gli accorgimenti necessari al fine di prevenire la fuoriuscita del fango bentonitico al di là delle immediate vicinanze della zona di scavo, con eventuali arginelli di contenimento o tramite le corree di guida;
- In corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione plano-altimetrica della sommità del palo o di difesa dall'erosione del terreno nelle fasi di immissione e risalita dell'utensile di perforazione;
- La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri;
- L'Appaltatore dovrà verificare e fare in modo che il numero, la potenza e la capacità operativa delle attrezzature siano tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti. Sarà altresì cura dell'Appaltatore selezionare ed utilizzare le attrezzature più adeguate alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni ed alle dimensioni dei pali;
- Sarà cura dell'Appaltatore apporre adeguati contrassegni, opportunamente spazati, su tutti gli elementi (tubi-forma, gabbie d'armatura, pali, funi, ecc.) sui quali nelle differenti fasi di lavorazione è necessario effettuare delle misurazioni per verificare la profondità d'infissione, il livello d'estrazione ed il rifiuto;
- I volumi di fango in circolo dovranno essere controllati ed eventuali integrazioni annotate su un apposito registro allo scopo di evidenziare perdite di materiale non fisiologiche.

2.3.5 Fanghi biodegradabili

Per fango biodegradabile si intende un fluido di perforazione ad alta viscosità che muta spontaneamente le proprie caratteristiche nel tempo, riassumendo dopo pochi giorni le caratteristiche di viscosità proprie dell'acqua.

2.3.5.1 Caratteristiche e preparazione dei fanghi biodegradabili

Per la produzione dei fanghi biodegradabili si utilizzeranno di norma prodotti a base di amidi. La formulazione del fango deve essere preventivamente studiata con prove di laboratorio e comunicata preventivamente alla D.L.

Nelle prove occorrerà tenere conto della effettiva temperatura di utilizzo del fango (temperatura dell'acqua disponibile in cantiere, e temperatura dell'acqua di falda).

Il decadimento della viscosità deve avvenire di norma dopo un tempo sufficiente al completamento degli scavi.

In linea generale la perdita di viscosità deve iniziare dopo $20 \div 40$ ore dalla preparazione.

Se necessario, i fanghi potranno essere additivati utilizzando correttivi idrolizzanti.

3.0 TIPOLOGIE ESECUTIVE

3.1 PALI TRIVELLATI

Si tratta di pali ottenuti mediante l'asportazione di terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato, con l'impiego di perforazione a rotazione o rotopercolazione, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi muratura, calcestruzzi, trovanti, strati cementati e roccia dura), anche in presenza di acqua e/o in alveo con acqua fluente.

Nel caso si vengano a riscontrare nel terreno trovanti lapidei o strati rocciosi, nonché per l'ammorsamento in strati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia a percussione, con opportune strumentazioni per la guida dell'utensile.

L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio spinto sino al tetto della formazione lapidea, questo per evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

Possono essere usati sempre per tale scopo altri utensili adatti (eliche per roccia, etc.).

3.1.1 Tolleranze geometriche

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salvo diversa indicazione della D.L.. La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

Le tolleranze sul diametro nominale D, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito rilevate con la frequenza riportata al punto 5.3, sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra “- 0,01 D” e “+ 0,1 D”;
- per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra “- 0,01 D” e “+ 0,1 D”;
- lunghezza:

| | |
|--------------------------------------|--------------|
| pali aventi diametro $D < 600$ mm | ± 15 cm; |
| pali aventi diametro $D \geq 600$ mm | ± 25 cm; |
- quota testa palo: ± 5 cm;

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spese tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

3.1.2 Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'impresa si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'impresa, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione plano-altimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro.

Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

3.1.3 Pali trivellati con fanghi bentonitici

La perforazione sarà eseguita mediante l'impiego dell'utensile di scavo ritenuto più idoneo allo scopo, e con le attrezzature della potenza adeguata, in relazione alle condizioni ambientali, litologiche ed idrogeologiche dei terreni da attraversare nonché alle dimensioni dei pali da eseguire.

Il fango bentonitico impiegato nella perforazione, dovrà avere le caratteristiche riportate nel punto 2.3.4.

Il livello del fango nel foro dovrà in ogni caso essere più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore ad 1.0 m, e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile nel foro.

La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue in corso appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri.

Se nella fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del conglomerato cementizio, etc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimare solo nell'imminenza del getto.

Completata la perforazione, si procederà alla sostituzione del fango sino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, ed alla pulizia del fondo foro.

3.1.3.1 Formazione del fusto del palo

Al termine della perforazione, verrà calata all'interno del foro la gabbia di armatura.

In seguito si procederà al getto del conglomerato cementizio, mediante tubo di convogliamento.

In presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea contro camicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

Il tubo di convogliamento sarà costituito da un tubo di acciaio di 20 – 25 cm di diametro interno, e da spezzoni non più lunghi di 2,5 m.

L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature, ed all'estremità superiore essere provvisto di tramoggia di capacità 0,4 – 0,6 m³.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando la sua estremità inferiore a 30 – 60 cm dal fondo del foro.

Prima di installare tale tubo, è opportuna una nuova verifica della profondità del fondo foro e si dovrà accertare che lo spessore del deposito non superi i 20 cm, altrimenti si dovrà procedere alla pulizia previo sollevamento dell'armatura.

Le giunzioni dovranno essere del tipo filettato, senza manicotto, o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2 cm, sono escluse le giunzioni a flangia.

Per la presenza di fango bentonitico (ma anche nel caso in cui fosse presente acqua di falda), in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, prima di iniziare il getto si predisporrà un tappo formato con una palla di malta plastica, oppure con uno strato di vermiculite di 30 cm di spessore o con palline di polistirolo galleggianti sul liquido o con un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà predisporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di convogliamento e di 3.0 – 4.0 m di palo.

Il tubo di convogliamento per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima di conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0 m.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere prolungato per almeno 0,5 – 1 m al di sopra della quota di progetto della testa del palo, per consentire di eliminare la parte superiore (scapitozzatura).

Tale operazione di scapitozzatura, si ritiene da eseguire sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

In ogni caso la scapitozzatura non dovrà essere eseguita con martellone, ma con strumentazione tale da non danneggiare e/o fessurare la testa del palo.

3.1.4 Pali trivellati con fanghi biodegradabili

Valgono le indicazioni già riportate nel caso dei pali trivellati con fanghi bentonitici.

Il fango biodegradabile dovrà soddisfare le indicazioni riportate al punto 2.3.5.

3.1.5 Pali trivellati con rivestimento provvisorio

Per quanto riguarda le attrezzature di perforazione, queste dovranno soddisfare i requisiti riportati al punto 3.2.3.

La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento.

In presenza di falda il foro dovrà essere tenuto costantemente pieno di acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

L'infissione sottoscarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti da fondo foro.

La tubazione è costituita da tubi di acciaio di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio-femmina.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta impredendo un movimento rototraslatorio mediante opportuna attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure in terreni poco o mediamente

addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non-coesivi, applicando in sommità un vibratore di idonea potenza.

In quest'ultimo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni, ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purchè non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

3.1.5.1 Formazione del fusto del palo

Valgono le indicazioni riportate nel punto 3.2.3.1.

3.1.6 Pali trivellati ad elica continua armati dopo il getto

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta. L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.

L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.

La perforazione avverrà di norma regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitemento. In ogni caso il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'Impresa, con l'accordo della Direzione Lavori potrà:

- eseguire prefori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;
- ridurre la lunghezza di perforazione.

3.1.6.1 Formazione del fusto del palo

Il calcestruzzo verrà pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione.

La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato.

Pertanto l'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto. In particolare il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione.

Durante l'operazione si dovrà verificare che la pressione sia mantenuta entro l'intervallo di 50÷150 KPa. Il getto dovrà essere prolungato fino a piano campagna, anche nei casi in cui la quota finita del palo sia prevista a quota inferiore.

La gabbia, verrà inserita a getto concluso mediante l'ausilio di un vibratore.

Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad assicurare il centramento della gabbia entro la colonna di calcestruzzo appena formata. Se necessario, la gabbia dovrà essere adeguatamente irrigidita per consentirne la infissione.

L'operazione di infissione deve essere eseguita immediatamente dopo l'ultimazione del getto, prima che abbia inizio la presa del calcestruzzo.

3.1.7 Pali trivellati ad elica continua armati prima del getto

Valgono le prescrizioni di cui al punto 3.2.5.

3.1.7.1 Formazione del fusto del palo

L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura.

All'interno della gabbia dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifiche riportate al punto 2.3.1. Per il getto del calcestruzzo valgono le specifiche riportate nel punto 3.2.5.1.

3.2 MICROPALI

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi, nel caso di situazioni stratigrafiche particolari o per l'importanza dell'opera, dovranno essere messi a punto a cura e spese dell'Impresa, anche mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla DL prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

Dovranno essere adottate durante la perforazione tutte le tecniche per evitare il franamento del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Le perforazioni dovranno quindi essere eseguite con rivestimento, ed i detriti allontanati mediante opportuni fluidi di perforazione.

Questo potrà consistere in:

- acqua;
- fanghi bentonitici;
- schiuma
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla DL.

E' di facoltà della DL far adottare la perforazione senza rivestimento, impiegando solamente fanghi bentonitici.

La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla DL, solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata (C_u) che alla generica profondità di scavo H soddisfi la seguente condizione:

$$c_u \geq \gamma H/3$$

dove:

γ = peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro, ed è raccomandata nei terreni argillosi sovraconsolidati.

3.2.1 Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della DL;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto;
- quota testa micropalo: ± 5 cm;
- lunghezza: ± 15 cm.

3.2.2 Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla DL dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

3.2.3 Armatura

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

3.2.3.1 Armatura con barre di acciaio per c.a.

Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, aventi le caratteristiche di cui al punto 2.3.1. Saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione, la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante doppia legatura, tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale.

In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare copriferro minimo di 3 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

3.2.3.2 Armature tubolari

Si useranno tubi di acciaio S 275 – S 355, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

Tali giunzioni dovranno consentire una trazione pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta (fori $d = 8$ mm) allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo $s = 3.5$ mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili di acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 3 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

3.2.3.3 Armature con profilati in acciaio

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati, dovranno essere conformi a quelle prescritte in progetto.

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici.

Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali (12 – 14 m). Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle Norme vigenti.

3.2.3.4 Malte e miscele cementizie

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, prendendo in considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno.

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione. In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0.075 mm.

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a $R_{ck} \geq 25$ Mpa. A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$a/c \leq 0.5$$

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 m^3 di prodotto, dovrà essere la seguente:

- acqua : 600 kg

- cemento : 1200 kg
 - additivi : 10 ÷ 20 kg
 con un peso specifico pari a circa:
 $\gamma = 1.8 \text{ kg/dm}^3$

Nella definizione della composizione delle malte, prevedendo un efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 m^3 di prodotto finito:

- acqua : 300 kg
 - cemento : 600 kg
 - additivi : 5 ÷ 10 kg
 - inerti : 1100 ÷ 1300 kg

3.2.4 Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercolazione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percolazione con martello a fondo-foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata $\geq 10 \text{ m}^3/\text{min}$
- pressione 8 bar.

3.2.4.1 Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato. Si utilizzerà una miscela cementizia conforme a quanto richiesto nel punto 3.3.3.4.

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.

Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rimbocchi di miscela cementizia.

Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata.

Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.

Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione max di iniezione : ≈ 100 bar
- portata max : ≈ 2 m³/ora
- n. max pistonate/minuto : ≈ 60 .

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoni.

3.2.5 Micropali con riempimento a gravità o a bassa pressione

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni di cui al punto 3.3.4.

3.2.5.1 Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione e rimossi i detriti, in accordo alle prescrizioni cui al punto 3.3.4.1, si provvederà ad inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

La cementazione potrà avvenire con riempimento a gravità o con riempimento a bassa pressione.

Nel primo caso il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori.

Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno ≥ 80 mm.

Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se di diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miselazioni con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

Nel secondo caso, il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0.5÷0.6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

4.0 PROVE DI CARICO

Generalità

In seguito vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali.

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Si definiscono:

- prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 1.5÷2 volte il carico di esercizio (P_{es});

- prove a carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 2.5÷3 volte il carico di esercizio (P_{es});

Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre a prova di carico devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno.

In base alle tipologie di manufatti ricorrenti in ambito autostradale, si considerano opere di notevole importanza:

- Tutti i cavalcavia su autostrade, tangenziali e strade con almeno 4 corsie di marcia;
- Tutti i cavalcavia ferroviari di linee in esercizio;
- Tutti i viadotti o cavalcavia con luce superiore a 35 metri;
- Tutti i viadotti o cavalcavia di tre o più campate di cui almeno 1 di luce superiore a 25 metri.

Sono previste prove di carico assiale sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali o micropali per ogni opera.

Tale valore minimo potrà essere incrementato in base all'importanza dell'opera ed al grado di omogeneità del sottosuolo.

I pali soggetti a prova di carico assiale saranno sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche; la prova di ammettenza meccanica non è prevista per i micropali.

Le caratteristiche dei pali o micropali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pali o micropali dimensionati in fase di progetto.

Sono oneri a carico dell'Impresa:

- predisposizione di qualsiasi tipo di contrasto;
- preparazione testa palo;
- accesso al laboratorio;
- ogni altro onere (protezione e riparo dell'attrezzatura, illuminazione, corrente elettrica, acqua, ecc. ...)

Sono a carico della Stazione Appaltante:

- installazione dell'attrezzatura ed esecuzione prove.

4.1 PROVE SUI PALI DI GRANDE DIAMETRO

4.1.1 Prove di carico assiale

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova P_{prova} sarà:

$$-P_{prova} = 1.5 P_{esercizio} \text{ per } D \leq 100 \text{ cm e } P_{prova} = 1,2 P_{esercizio} \text{ per } D > 100 \text{ cm}$$

$$-P_{prova} = P_{lim}$$

ove con P_{lim} si indica la portata limite dell'insieme palo-terreno.

4.1.1.2 Attrezzatura e dispositivi di prova

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa ≥ 200 mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo.

I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente (≈ 3 mesi).

Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

- i martinetti siano uguali;
- l'alimentazione del circuito idraulico sia unica.

La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa M dovrà essere non inferiore a 1.2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova:

$$M \geq 1.2 \cdot P_{prova} / g = 0.12 P_{prova}$$

La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidità sul cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia.

In alternativa, qualora vi siano oggettive difficoltà a porre in opera una zavorra, l'Impresa potrà proporre di sostituirla con:

- pali di contrasto, non appartenenti alla fondazione, dimensionati a trazione, da strumentare per il controllo di eventuali sfilamenti o deformazioni; l'accettazione della proposta di impiegare pali di contrasto resta a discrezione della D.L. ; qualora respinta, l'Impresa nulla può pretendere;
- tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto, da strumentare per il controllo di eventuali sfilamenti o deformazioni.

In questi casi si avrà cura di ubicare i pali o i bulbi di ancoraggio dei tiranti a sufficiente distanza dal palo di prova (minimo 3 diametri).

L'Impresa, nel caso di prove di carico con pali di contrasto, dovrà redigere un progetto dettagliato delle prove di carico indicando numero, interassi, dimensioni, e lunghezza dei pali;

Qualora sia richiesto l'uso di una centralina oleodinamica preposta a fornire al/ai martinetti la pressione necessaria, questa dovrà essere di tipo sufficientemente automatizzato per poter impostare il carico con la velocità richiesta, variarla in caso di necessità e mantenere costante il carico durante le soste programmate.

Per misurare il carico applicato alla testa del palo si interporrà tra il martinetto di spinta ed il palo una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici di opportuno fondo scala.

Nel caso non fosse disponibile tale tipo di cella, il carico imposto al palo verrà determinato in base alla pressione fornita ai martinetti misurata con un manometro oppure, dove previsto, misurata con continuità da un trasduttore di pressione collegato al sistema di acquisizione automatico e, in parallelo, con un manometro.

Il manometro ed il trasduttore di pressione, se utilizzati, dovranno essere corredati da un rapporto di taratura rilasciato da non più di 3 mesi da un laboratorio ufficiale.

Lo strumento di misura dovrà avere fondo scala e precisione adeguati e non inferiore al 5% del carico applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico.

Se viene impiegato soltanto il manometro, il relativo quadrante dovrà avere una scala adeguata alla precisione richiesta.

E' raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante (± 20 kN) il carico applicato sul palo, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del palo.

Per la misura dei cedimenti, saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a $\approx 120^\circ$ intorno all'insieme palo-terreno.

Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo.

Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti.

Preliminarmente all'esecuzione delle prove saranno eseguiti cicli di misure allo scopo di determinare l'influenza delle variazioni termiche e/o di eventuali altre cause di disturbo.

Dette misure, compreso anche il rilievo della temperatura, saranno effettuate per un periodo di 24 ore con frequenze di 2 ore circa.

4.1.1.3 Preparazione della prova

I pali prescelti saranno preparati mediante regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del cls e messa a nudo del fusto per un tratto di ≈ 50 cm.

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite n.3 staffe metalliche, a 120° , per la successiva apposizione dei micrometri.

Sopra la testa regolarizzata si stenderà uno strato di sabbia di circa 3 cm di spessore, oppure una lastra di piombo.

Si provvederà quindi a poggiare una piastra metallica di ripartizione del carico di diametro adeguato, in modo da ricondurre la pressione media sul conglomerato a valori compatibili con la sua resistenza a compressione semplice.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 diametri dall'asse del palo.

L'altezza dei due appoggi deve essere sufficiente a consentire il posizionamento dei martinetti e dei relativi centratori e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti ($h_{\min} = 1.5$ m).

Tra i martinetti e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave o struttura di contrasto farà capo a pali o tiranti di ancoraggio.

4.1.1.4 Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alla finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede due cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

- a) Applicazione di "n" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a δP , fino a raggiungere il carico P_{es} .
- b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:
- $t = 0$ (applicazione del carico)
 - $t = 2'$
 - $t = 4'$
 - $t = 8'$
 - $t = 15'$

Si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ($t = 15'$):

$$\delta s \leq 0.025 \text{ mm.}$$

Per il livello corrispondente a P_{es} il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 4 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a:

- $t = 0$
- $t = 5'$
- $t = 10'$
- $t = 15'$

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a:

- $t = 30'$
- $t = 45'$
- $t = 60'$

2° CICLO

- a) Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico δP fino a raggiungere il carico P_{prova} (o P_{lim}).
- b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al punto "b" del 1° Ciclo.
- c) Il carico P_{prova} , quando è minore di P_{lim} , sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini (di entità $3 \delta P$) con misure a:
- $t = 0$
 - $t = 5'$
 - $t = 10'$
 - $t = 15'$

A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a $t = 60'$; una lettura finale sarà effettuata 12 ore dopo che il palo è stato completamente scaricato.

Si considererà raggiunto il carico limite P_{lim} , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando risulti verificata una delle seguenti condizioni:

- cedimento (P_{lim}) ≥ 2 cedimento ($P_{lim} - \delta P$)
- cedimento (P_{lim}) ≥ 0.10 diametri.

4.1.1.5 Risultati della prova

Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

- il n° del palo con riferimento ad una planimetria;
- l'orario di ogni singola operazione;
- la temperatura;
- il carico applicato;
- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misure di ogni comparatore;
- i relativi valori medi;
- le note ed osservazioni.

Le tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento costituiranno il verbale della prova.

Le date e il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati alla Direzione Lavori con almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio.

La documentazione fornita dall'esecutore della prova dovrà comprendere i seguenti dati:

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento che le indicazioni singole dei comparatori e la loro media aritmetica; (Sono richieste anche le fotocopie chiaramente leggibili della documentazione originale di cantiere ("verbale").
- diagrammi carichi-cedimenti finali per ciascun comparatore e per il valore medio; diagrammi carichi-cedimenti (a carico costante) per ciascun comparatore e per il valore medio;
- numero di identificazione e caratteristiche nominali del palo (lunghezza, diametro);
- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione (pali trivellati);
- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, etc.);
- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione;
- scheda tecnica del palo, preparata all'atto dell'esecuzione.
- relazione tecnica riportante l'elaborazione dei dati e l'interpretazione della prova medesima nonché l'individuazione del carico limite con il metodo dell'inverse pendenze.

4.1.2. Prove di carico su pali strumentati

Quando richiesto, le prove di carico assiali, oltre che per definire la curva carico-cedimento alla testa del palo, avranno lo scopo di valutare l'entità e la distribuzione del carico assiale e della curva di mobilitazione dell'attrito lungo il palo. Pertanto dovranno essere predisposte una serie di sezioni strumentate nel fusto del palo, e anche alla base del palo stesso. I dispositivi indicati nel presente paragrafo sono pertanto da considerarsi aggiuntivi rispetto a quanto descritto nel punto 4.

Per i pali strumentati, ad ultimazione del getto, verrà eseguito un controllo generale della strumentazione per verificare l'integrità a seguito delle operazioni di realizzazione del palo.

Ulteriori controlli con registrazione dei dati verranno eseguiti a 7, 14 e 28 giorni ed immediatamente prima della prova di carico. Quest'ultima costituirà la misura di origine per le successive letture.

4.1.2.1 Attrezzature e dispositivi di prova

Lungo il fusto del palo saranno predisposte delle sezioni strumentate il cui numero e la cui ubicazione sarà stabilito di volta in volta in accordo con la Direzione Lavori. In ogni caso dovranno essere previste almeno 4 sezioni strumentate.

Indicativamente la sezione strumentata superiore sarà ubicata in prossimità della testa del palo, esternamente al terreno.

Qualora non fosse possibile realizzare la sezione strumentata di testa al di sopra del piano lavoro, dopo l'esecuzione del palo si procederà ad isolare il palo dal terreno circostante fino alla quota della sezione strumentata di testa; in questo caso la sezione strumentata di testa sarà posizionata il più vicino possibile al piano lavoro.

Le dimensioni geometriche di questa sezione strumentata dovranno essere accuratamente misurate prima delle prove. Tale sezione consentirà di avere indicazioni sul modulo del calcestruzzo in corrispondenza dei vari gradini di carico e sarà di riferimento per il comportamento di tutte le altre.

Ogni sezione strumentata sarà costituita da almeno 3 estensimetri elettrici disposti su di una circonferenza, a circa 120° l'uno dall'altro.

Le celle estensimetriche saranno fissate all'armatura longitudinale e protette dal contatto diretto con il calcestruzzo. Esse saranno corredate di rapporto di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale. Per ogni sezione strumentata si ammetteranno tolleranze non superiori a 10 cm rispetto alla quota teorica degli estensimetri elettrici.

La punta del palo verrà strumentata mediante una cella di carico costituita da estensimetri elettrici.

La sezione verrà ubicata alla distanza di circa 1 diametro dalla base del palo.

La misura degli spostamenti alla base del palo verrà realizzata con un estensimetro meccanico a base lunga. Esso misurerà le deformazioni relative tra la base e la testa del palo.

L'ancoraggio dello strumento sarà posizionato alla quota degli estensimetri elettrici e la misura sarà riportata in superficie mediante un'asta di acciaio rigida avente coefficiente di dilatazione termica comparabile con quello del calcestruzzo.

Sarà eliminato il contatto con il calcestruzzo circostante mediante una tubazione rigida di acciaio di circa 1" di diametro esterno.

Particolare cura sarà posta nel rendere minimo l'attrito tra asta interna e tubazione esterna utilizzando, ad esempio, distanziali di materiale antifrizione e altri sistemi analoghi, prestando attenzione ad usarne un numero sufficiente, ma non eccessivo.

Occorrerà garantire una perfetta tenuta tra l'ancoraggio ed il tubo esterno al fine di evitare intrusioni di calcestruzzo nell'intercapedine asta-tubo di protezione all'atto del getto.

Come per gli altri tipi di tubazione anche questa sarà portata sino in superficie a fuoriuscire dalla testa del palo a fianco della piastra di ripartizione.

In questo punto verranno installati dei trasduttori di spostamento lineari con fondo scala di circa 20÷30 mm e precisione dello 0.2% del fondo scala, per la misura in continuo degli spostamenti relativi fra il tubo di protezione (testa del palo) e l'ancoraggio solidale alla base del palo.

La testa di questo strumento andrà adeguatamente protetta contro avverse condizioni atmosferiche, contro urti meccanici accidentali e contro le variazioni di temperatura.

Gli estensimetri andranno fissati alle staffe dell'armatura e saranno dotati di barre di prolunga in acciaio da entrambi i lati non inferiori a 50 cm.

Gli strumenti saranno adeguatamente protetti da possibili urti del tubo getto con rinforzi e protezioni in acciaio da definirsi sul posto.

Tutti i cavi elettrici provenienti dagli estensimetri dovranno essere protetti dal diretto contatto meccanico con i ferri d'armatura.

Normalmente si farà in modo che le tubazioni da inserire nella gabbia siano simmetricamente disposte all'interno della sezione. L'uscita dei cavi dalla testa del palo non dovrà costituire un ingombro alle operazioni successive.

Le modalità di installazione e protezione dei cavi saranno comunicate alla Direzione Lavori.

4.1.2.2 Preparazione ed esecuzione della prova

Si applicano integralmente le specifiche di cui al punto 4.1.1.3 e seguenti.

4.1.3 Prove di carico laterale

Queste prove dovranno essere effettuate nel caso in cui ai pali di fondazione sia affidato il compito di trasmettere al terreno carichi orizzontali di rilevante entità.

Il numero ed i pali da sottoporre a prova sarà definito dal progettista e/o concordato con la Direzione Lavori.

Nella esecuzione delle prove ci si atterrà alle prescrizioni già impartite per le prove di carico assiale (vedi punto 4.1.1), salvo quanto qui di seguito specificato.

Il contrasto sarà di norma ottenuto utilizzando un palo di caratteristiche geometriche analoghe, distante almeno 3 diametri.

Il martinetto sarà prolungato mediante una trave di opportuna rigidità.

Gli spostamenti saranno misurati su entrambi i pali. Si utilizzeranno per ciascun palo 2 coppie di comparatori centesimali fissati alla stessa quota; la prima coppia sarà disposta in posizione frontale rispetto alla direzione di carico; la seconda coppia sarà disposta in corrispondenza dell'asse trasversale alla direzione di carico.

Per la misura delle deformazioni durante la prova di carico, la Direzione Lavori indicherà i pali nei quali posizionare, prima del getto, dei tubi inclinometrici.

Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro d 81/76 mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.

Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo bi-assiale, previo rilevamento delle torsioni iniziali del tubo-guida.

Se richiesto dalla Direzione Lavori anche i pali sottoposti a prove di carico laterale potranno avere sezioni strumentate con estensimetri elettrici a varie profondità.

4.2 PROVE DI CARICO SU MICROPALI

4.2.1 Prove di carico assiale

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova P_{prova} sarà:

$$- P_{prova} = 1.5 P_{esercizio}$$

$$- P_{prova} = P_{lim}$$

ove con P_{lim} si indica la portata limite dell'insieme micropalo-terreno.

4.2.1.1 Attrezzature e dispositivi di prova

Le attrezzature ed i dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico, ed i dispositivi per la misura dei cedimenti saranno conformi alle specifiche di cui al punto 4.1.1.2.

E' ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:

- le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;
- la terna di micropali sia giacente sullo stesso piano verticale o inclinato.

Nel caso di micropali inclinati dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare l'insorgere di carichi orizzontali e/o momenti flettenti dovuti ad eccentricità, che potrebbero influenzare i risultati della prova.

I risultati forniti dai micropali di contrasto potranno essere utilizzati quali valori relativi a prove di carico a trazione, se i carichi effettivamente applicati sono significativi a norma di quanto definito nel punto 4.2.1.

I micropali prescelti saranno preparati mettendo a nudo il fusto per un tratto di ≈ 20 cm ed eliminando tutte le superfici di contatto e di attrito con eventuali plinti, solette, murature, etc..

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite 3 staffe metalliche, a 120° , per il posizionamento dei micrometri.

Si provvederà quindi a fissare sulla testa del micropalo una piastra metallica di geometria adeguata ad ospitare il martinetto, ed a trasferire il carico sul micropalo.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 m dall'asse del micropalo.

L'altezza degli appoggi dovrà essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore, e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti.

Tra il martinetto e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave di contrasto farà capo ad una coppia di micropali posti lateralmente al micropalo da sottoporre a prova di compressione.

4.2.1.2 Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alle finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede 3 cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

a) Applicazione di "**n**" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a δP , fino a raggiungere il carico P_{ES} .

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

- $t = 0$ (applicazione del carico)
- $t = 2'$
- $t = 4'$
- $t = 8'$
- $t = 15'$

si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento s è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ($\delta t = 15'$):

$$s \leq 0.025 \text{ mm.}$$

c) Per il livello corrispondente a P_{ES} il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 3 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a $t = 0, t = 5', t = 10', t = 15'$.

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a $t = 30', t = 45'$ e $t = 60'$.

2° CICLO

a) Applicazione rapida di un carico di entità $1/3 P_{ES}$

b) Lettura dei cedimenti a $t = 0, 1', 2', 4', 8', 15'$

c) Scarico rapido e letture a $t = 0$ e $5'$

d) Applicazione rapida di un carico di entità $2/3 P_{ES}$

e) Lettura dei cedimenti come in "b"

f) Scarico come in "c"

g) Applicazione rapida di un carico di entità pari a P_{ES}

h) Lettura dei cedimenti come in "b"

i) Scarico con letture a $t = 0, 5', 10', 15'$ e $30'$.

3° CICLO

- a) Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico δP fino a raggiungere il carico P_{prova} (o P_{lim}).
- b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al 1° ciclo, punto "b".
- c) Il carico P_{prova} , quando è $< P_{lim}$, sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a $t = 0$, $t = 5'$ e $t = 10'$ e $t = 15'$. A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a $t = 60'$.

Si considererà raggiunto il carico limite P_{lim} , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando misurando il cedimento s risulterà verificata una delle seguenti condizioni:

- $s(P_{lim}) \geq 2 \cdot s(P_{lim} - \delta P)$
- $s(P_{lim}) \geq 0.2 d + s_{el}$

ove :

d = diametro del micropalo

s_{el} = cedimento elastico del micropalo.

4.2.1.3 Risultati delle prove

Le misure dei cedimenti saranno registrate con le stesse modalità indicate al punto 4.1.1.5.

4.3 PROVE NON DISTRUTTIVE

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, non compromettendone l'integrità strutturale. A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- A) prove geofisiche;
- B) carotaggio continuo meccanico;
- C) scavi attorno al fusto del palo.

Per tutti i controlli non distruttivi l'impresa provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

4.3.1 Prove geofisiche

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti.

Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di diametro > 800 mm.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite, sotto il controllo della Direzione Lavori, sulla totalità (100%) dei pali.

Sono oneri dell'Impresa:

- l'accesso al laboratorio;
- la predisposizione delle teste palo (scapitozzatura, pulitura);
- ogni altro onere (corrente, acqua, ecc. ...)

Con riferimento ai pali trivellati, l'Impresa dovrà provvedere, a proprie cure e spese, alla predisposizione del 15% dei pali stessi ai fini del successivo loro controllo. A tale scopo, sui pali indicati dalla Direzione Lavori per tali prove, lungo il fusto dovrà essere prevista, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possano scorrere le sondine di emissione e ricezione degli impulsi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.

Gli stessi tubi saranno almeno 3 per pali aventi diametro $d \leq 1200$ mm ed almeno 4 per diametri superiori.

L'Impresa dovrà strumentare almeno il 15% dei pali eseguiti e le prove dovranno essere effettuate sul 10% - 15% dei pali eseguiti alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmittente e ricevente.

Sono oneri dell'Impresa:

- fornitura ed installazione dei tubi in acciaio manicottati (non saldati), di diametro da concordare con la DL, munito di tappi superiori e di fondo, legati alla gabbia, sporgenti 30 cm dalla testa palo e 20 cm dalla punta palo;
- ogni altro onere (corrente, acqua, ecc. ...).

Dovrà inoltre prevedersi di assoggettare a prove di carotaggio continuo, in asse palo, con prelievo di carote, l'1% del totale dei pali eseguiti.

Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla DL.

4.3.2 Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta.

Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa: dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà a cura dell'Impresa, quando ordinato dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della medesima.

4.3.3 Scavi attorno al fusto del palo

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4.0 – 5.0 m di palo.

Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della Direzione Lavori.

SPECIFICHE DI CONTROLLO

5.1 Generalità

La seguente specifica si applica alle varie tipologie di pali di fondazione precedentemente descritte.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc..

Sono altresì comprese tutte le Norme tecniche vigenti in materia.

Le procedure delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione delle difficoltà tecniche e realizzative.

La Normativa di riferimento per esercitare i seguenti controlli, è indicata nel seguente prospetto:

D. M. 14/01/2008 – Norme tecniche per le costruzioni.

- D.M. 11/03/1988;

- AGI- Raccomandazioni sui pali di fondazione (1984);

- Norme UNI 7163 – 1979;

- DIN – 4150;

L'Impresa dovrà attrezzare con le predisposizioni necessarie per l'effettuazione di controlli non distruttivi di tipo sonico (per pali di medio e grande diametro) il 15% dei pali realizzati.

Questi infatti, sono prove da eseguirsi su pali prescelti prima della loro esecuzione, in quanto devono essere attrezzati con tubazioni (uno o più) da annegare nel getto di calcestruzzo, aventi diametro interno non inferiore a 1'' $\frac{1}{2}$.

Dovrà inoltre prevedersi di assoggettare a prove di carotaggio continuo, in asse palo, con prelievo di carote, sull'1% del totale dei pali eseguiti.

Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla DL.

5.2 PALI TRIVELLATI

Per i pali trivellati, si dovrà verificare che ogni lotto di armatura posto in opera, sia accompagnato dai relativi certificati del fornitore, e comunque essere conforme alle prescrizioni previste per tale materiale.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda il calcestruzzo, questo potrà provenire già confezionato da appositi fornitori, oppure essere prodotto in cantiere con opportune centrali di betonaggio.

In entrambi i casi il calcestruzzo dovrà soddisfare alle indicazioni previste in progetto e del punto 2.3.3 del presente Capitolato. La DL avrà la facoltà di fare eseguire prove per la verifica delle caratteristiche dei materiali.

Nel caso si venga ad impiegare un rivestimento di acciaio si dovrà verificare che questo presenti le caratteristiche così come indicato in progetto e nel presente Capitolato (punti 2.3.2 e 3.2.5).

Durante le operazioni di getto si dovrà verificare che queste vengano effettuate secondo le modalità riportate al punto 3.2.3.1.

Per ciascun palo l'Impresa dovrà redigere una scheda dove verranno riportati i risultati dei controlli delle tolleranze (punto 3.2.1), ed inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

- n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- data di inizio e fine perforazione, nonché di inizio e fine getto;
- eventuali impieghi dello scalpello o altri utensili per il superamento di zone cementate o rocciose e corrispondente profondità di inizio e fine tratta;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione, e la stessa prima di calare il tubo getto;
- risultati dei controlli eseguiti sull'eventuale fango di perforazione e della presenza dell'eventuale controcamicia;
- additivi usati per il fango;
- caratteristiche dell'eventuale rivestimento metallico;
- il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo. Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di calcestruzzo e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, sarà fatto impiegando uno scandaglio a base piatta, su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi. In base a questo rilievo potrà essere ricostituito l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto).;
- misura dello "slump" (per ogni betoniera o per ogni 10 m³ di materiale posto in opera);
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- geometria delle gabbie di armatura;
- risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla DL;
- caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso.
- I risultati dell'operazione di scapitozzatura e dell'eventuale ripristino del palo sino alla quota di sottopinto.

5.2.1 Controllo del fango bentonitico

Per il controllo della qualità del fango si eseguiranno, a cura e spese dell'Impresa e in contraddittorio con la Direzione Lavori, determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche:

- a) peso di volume;
- b) viscosità MARSH;
- c) contenuto in sabbia;

ripetendo le misure con la frequenza e le modalità di prelievo sotto indicate.

Fanghi freschi maturati (determinazione delle caratteristiche a e b):

- prelievo nella vasca di maturazione con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi.

Fanghi in uso, nel corso della escavazione (determinazione della caratteristica A):

- prelievo entro il cavo, mediante campionatore, alla profondità sovrastante di 50 cm quella raggiunta dall'escavazione al momento del prelievo, con frequenza di un prelievo per ogni elemento (palo o pannello di diaframma) al termine dell'attraversamento degli strati più sabbiosi o al termine delle operazioni di scavo.

Fanghi prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio (determinazione delle caratteristiche a e c):

- prelievo mediante campionatore, alla profondità di 80 cm sopra il fondo dello scavo con frequenza di prelievo per ogni elemento da eseguire dopo che le armature metalliche ed il tubo di convogliamento sono già stati posti in opera. La Direzione lavori potrà richiedere ulteriori controlli delle caratteristiche dei fanghi bentonitici impiegati, in particolare nella fase iniziale di messa a punto delle lavorazioni.

L'Impresa dovrà disporre in cantiere di una adeguata attrezzatura di laboratorio per il controllo del peso specifico o di volume, della viscosità, del contenuto in sabbia, del pH, dell'acqua libera, e dello spessore del "cake";

mentre per la constatazione delle seguenti caratteristiche:

- residui al setaccio n. 38 della serie UNI n.2331 - 2332;
- tenore di umidità;
- limite di liquidità;
- decantazione della sospensione al 6%;

si ricorrerà a cura e spese dell'Impresa, a Laboratorio Ufficiale.

5.2.1.0 Prove di controllo

Caratteristiche e modalità d'uso delle apparecchiatura che dovranno essere a disposizione in cantiere.

5.2.1.1 Misure del peso specifico o di volume

Si userà di regola una bilancia che consiste in un'asta graduata in g/l impernata al basamento e munita ad un estremo di contrappeso ed all'altro di un contenitore per il fango. Quest'ultimo una volta riempito di fango sarà chiuso con un coperchio forato.

Si garantirà il completo riempimento del contenitore facendo in modo che del fango fuoriesca dal foro.

Successivamente si avrà cura di pulire l'esterno del contenitore e del coperchio.

Si sposterà il cursore posto sull'asta finché questa assumerà una posizione orizzontale, individuata dalla bolla della livella montata sull'asta.

In tale posizione si leggerà direttamente sull'asta il peso di volume del fango racchiuso nel contenitore.

Per la taratura si riempirà il contenitore di acqua distillata controllando che il peso di volume indicato dal cursore corrisponda a 1000 g/l; in caso contrario si toglieranno o aggiungeranno dei pallini di piombo nel corpo del contrappeso. L'approssimazione delle misure dovrà essere di ± 5 g/l.

5.2.1.2 Misura della viscosità

Si userà di regola l'imbuto di Marsh che consiste in un recipiente tronco - conico, avente la forma e le dimensioni seguenti: diametro della base superiore 152 mm (611), altezza del tronco di cono 305 mm (1211); base inferiore costituita da ugello cilindrico di diametro interno 4,76 mm (3/1611) e altezza 50,8 mm (211). Si riempirà l'imbuto tenendo manualmente otturato il tubicino.

Durante il riempimento si avrà cura di fare passare il fango attraverso la reticella che è posta sulla bocca del recipiente permettendo così il filtraggio delle eventuali impurità.

La viscosità del fango sarà determinata misurando il tempo di deflusso del contenuto del cono compreso tra il livello corrispondente ad un riempimento di 1500 cm³ e il livello corrispondente 500 cm³.

5.2.1.3 Misura del pH

Questa misura si effettuerà usando delle speciali cartine reagenti dotate della capacità di assumere per ogni valore del pH un particolare colore.

Dopo avere immerso la cartina nel fango, si confronterà il colore che la cartina ha assunto con quelli di riscontro: il corrispondente colore indicherà il valore del pH del fango.

Si avrà cura di non toccare con le mani la cartina reagente per non falsare la misura.

5.2.1.4 Misura del contenuto in sabbia

Si userà di regola un sabbimetro costituito da: una provetta conica graduata, un imbuto ed un filtro con rete a 200 MESH.

Si riempirà di fango la provetta fino al primo livello; poi si aggiungerà acqua fino al secondo livello indicato sulla provetta stessa. Si otturerà con il pollice la bocca della provetta e si agiterà energicamente in modo da diluire il fango con l'acqua. Si verserà il contenuto della provetta attraverso il filtro avendo cura di sciogliere la provetta con acqua pulita.

Si porrà quindi l'imbuto sulla provetta lavata e su di esso si disporrà il filtro rovesciato in modo che tutte le parti sabbiose trattenute cadano nella provetta.

Lavando il filtro con acqua pulita si farà scendere tutta la sabbia nella provetta e la si farà decantare.

Si leggerà direttamente sulla graduazione della provetta il contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango esaminato.

5.2.1.5 Misura dell'acqua libera e dello spessore del "cake"

Si userà una filtropressa che è di regola costituita da un telaio sul quale viene alloggiato un contenitore cilindrico munito superiormente di una apposita vite di blocco ed inferiormente di un tubicino che lo collega ad un cilindretto graduato.

Il contenitore a sua volta è composto, dal basso verso l'alto, dai seguenti elementi: un basamento, nel quale è inserito il tubicino; una guarnizione di gomma; una reticella; un disco di carta filtro; un'altra guarnizione di gomma; una cella; una terza guarnizione di gomma; un coperchio (predisposto per essere collegato ad una bomboletta di CO₂).

Per l'uso si assemblerà la cella con il basamento avendo cura di usare ogni volta un disco di carta da filtro nuovo.

Quindi si riempirà la cella con fango fino a 6 mm dal bordo superiore della cella.

Poi si monterà il coperchio e si alloggerà la cella nel telaio bloccandola permanente con la vite di pressione. Poi si monterà la bomboletta di CO₂ e si darà pressione alla cella controllando che la pressione della cella sia di 7 bar.

Nello stesso momento in cui si darà pressione si farà scattare il cronometro e si misurerà l'acqua che esce dal tubicino posto al fondo della base della cella.

L'acqua sarà raccolta nel cilindretto graduato. Le misure in cm³ verranno effettuate dopo 30 minuti primi ed indicheranno il valore di acqua libera del fango esaminato.

Finita la prova si estrarrà la carta da filtro e si misurerà lo spessore in millimetri del pannello di fango (cake) formatosi sul filtro.

5.2.2 Controllo del fango biodegradabile

Per il controllo di qualità del fango, a cura dell'Impresa e in contraddittorio con la Direzione Lavori, si eseguiranno determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche:

- densità del fango biodegradabile fresco;
- densità del fango biodegradabile e viscosità del fango pronto per l'impiego;
- prova di decadimento.

I suddetti controlli verranno effettuati con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi, tranne che la prova di decadimento, che dovrà essere eseguita con frequenza settimanale, presso il laboratorio di cantiere.

La formula prevista e studiata dall'Impresa, potrà essere assoggettata ad ulteriori prove se richieste dalla D.L.

5.3 PALI TRIVELLATI AD ELICA

Per i materiali impiegati valgono le indicazioni riportate al punto 5.3.

Per ciascun palo l'Impresa dovrà redigere una scheda dove dovranno essere riportati i controlli delle tolleranze (punto 3.2.1) ed inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

- n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- data di inizio e fine perforazione, nonché di inizio e fine getto;
- tempi di perforazione per tratte successive di 5 m, e di 1 m nel tratto finale;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo;

CODICE COMMESSA: ACSF291C.000\C- CODICE DOCUMENTO: Y0010RZ0.DOC- OPERATORE: IM

- misura dello “slump” (per ogni betoniera o per ogni 10 m³ di materiale posto in opera);
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- geometria delle gabbie di armatura;
- spinta del mandrino, misurata durante l'estrazione della trivella;
- risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla DL;
- caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso.

Nel caso si vengano a riscontrare delle differenze stratigrafiche rispetto alla situazione nota, o di particolari anomalie riscontrate nei tempi di perforazione, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'Impresa dovrà procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali provvedimenti (modifica del numero e profondità dei pali, esecuzione dei prefori, etc.) che dovranno essere concordati con la Direzione Lavori.

5.4 MICROPALI

Per i micropali, si dovrà verificare che per ogni lotto posto in opera di armature metalliche, nonché di tubi e di profilati di acciaio, dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del fornitore ed essere conforme alle indicazioni di progetto.

In caso contrario il materiale non dovrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie, possono provenire da impianti di confezionamento, oppure essere prodotte in cantiere da apposite centrali di betonaggio.

In entrambi i casi è possibile realizzare gli stessi controlli riportati per le miscele di iniezione degli ancoraggi.

Nel caso si impieghino come fluidi di perforazione dei fanghi bentonitici, questi dovranno essere assoggettati ai medesimi controlli riportati al punto 5.3.1 e seguenti.

Nel caso di impiego di schiume queste dovranno essere accompagnate dai relativi certificati forniti dai produttori, per ogni lotto impiegato.

Le modalità di preparazione ed uso, dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

Il controllo della profondità dei prefori, rispetto alla quota di sottopinto, verrà effettuato in doppio modo:

- a) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;
- b) in base alla lunghezza dell'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

- nel caso di armature in barre longitudinale ad aderenza migliorata, in base alla rispondenze al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;
- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico (vedi punto 5.3.1.1) e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata, così come descritto nel punto 2.6 della sezione “gallerie” del presente Capitolato.

Il peso specifico dovrà risultare pari almeno al 90% del peso specifico teorico, calcolato assumendo 3 g/cm³ il peso specifico assoluto del cemento 2.65 g/cm³ quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Nelle prove di decantazione, l'acqua separata non dovrà superare il 2% in volume.

Con il campione di miscela dovranno essere altresì confezionati dei provini da sottoporre a prove di compressione monoassiale, nella misura di almeno una prova a micropalo.

L'esecuzione del singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i controlli delle tolleranze e i dati seguenti:

- rilievi stratigrafici del terreno;
- identificazione del micropalo;
- dati tecnici dell'attrezzatura di perforazione;
- data di inizio perforazione e termine getto (o iniezione);
- fluido di perforazione impiegato;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del foro all'atto della posa in opera dell'armatura;
- geometria e tipologia dell'armatura;
- volumi di miscele per la formazione della guaina (per micropali ad iniezioni multiple selettive);
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- risultati delle prove di controllo sulla miscela di iniezione (peso di volume, essudazione, etc.), numero di campioni prelevati e loro resistenza a compressione monoassiale.

- risultati di ulteriori prove condotte o ordinate dalla Direzione Lavori.

ART. 11

- PONTI, VIADOTTI e SOTTOVIA -

INDICE

| | |
|-----------|---|
| 1.0 | GENERALITÀ |
| 1.1 | Prescrizioni e oneri generali |
| 2.0 | PRESCRIZIONI TECNICI PARTICOLARI |
| 2.1 | Impermeabilizzazione |
| 2.1.1 | Mastice in bitume modificato |
| 2.1.1.1 | Materiali |
| 2.1.1.2 | Modalità di realizzazione e applicazione |
| 2.1.2 | Guaine bituminose preformate armate |
| 2.1.2.1 | Modalità di posa in opera |
| 2.1.2.2 | Caratteristiche dei materiali e prove di accettazione |
| 2.1.2.2.1 | Primer di adesione al supporto |
| 2.1.2.2.2 | Massa bituminosa della guaina |
| 2.1.2.2.3 | Armatatura delle guaine |
| 2.1.2.2.4 | Guaina preformata |
| 2.1.3 | Pavimentazione in conglomerato bituminoso |
| 2.1.3.1 | Strato di collegamento (binder) |
| 2.1.3.2 | Usura antiskid |
| 2.1.4 | Norme per l'esecuzione dei lavori |
| 2.1.5 | Modalità di produzione e confezione delle miscele |
| 2.1.6 | Trasporto del conglomerato |
| 2.1.7 | Posa in opera del conglomerato |
| 2.1.8 | Compattazione |
| 2.1.9 | Esecuzione dei giunti |
| 2.1.10 | Controllo dei requisiti di accettazione |
| 2.1.11 | Collaudo |
| 2.2 | Apparecchi di appoggio |
| 2.2.1 | Generalità |
| 2.2.1.1 | Materiali |
| 2.2.1.2 | Prove sui materiali |
| 2.2.1.3 | Fabbricazione |
| 2.2.1.4 | Assemblaggio |
| 2.2.1.5 | Posa in opera |
| 2.3 | Dispositivi antisismici |
| 2.3.1 | Requisiti generali |
| 2.3.2 | Protezione delle parti metalliche |
| 2.3.3 | Posa in opera |
| 2.4 | Giunti di dilatazione |
| 2.5 | Dispositivi per lo smaltimento delle acque dagli impalcati delle opere d'arte |
| 2.6 | Griglie pedonali |
| 2.7 | Parapetti |
| 3.0 | SPECIFICA DI CONTROLLO |
| 3.1 | Disposizioni generali |
| 3.2 | Spalle e pile |
| 3.3 | Impalcati e opere accessorie e complementari in acciaio |
| 3.3.1 | Caratteristiche dei materiali |
| 3.3.2 | Controlli sui materiali |
| 3.3.3 | Controlli |
| 3.3.3.1 | Controlli preliminari all'inizio delle lavorazioni |
| 3.3.3.2 | Controlli in fase di costruzione |

- 3.3.4 Controlli in fase di assemblaggio e posa in opera
- 3.3.4.1 Impalcati in acciaio
- 3.3.4.2 Pile per viadotti
- 3.4 Apparecchi di appoggio
- 3.4.1 Controlli sulle forniture e sui materiali
- 3.4.1.1 Controlli degli apparecchi di appoggio
- 3.4.1.2 Controlli della posa in opera degli apparecchi di appoggio
- 3.5 Impermeabilizzazione
- 3.5.1 Prove di accettazione
- 3.5.2 Controlli in posa in opera

1.0 GENERALITA'

1.1 PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche della legge 05/11/1971 n. 1086 «Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche» (e dei relativi Decreti Ministeriali in vigore) per quanto applicabili e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni 14/01/2008 e di tutte le leggi e Decreti Ministeriali inerenti le Norme di costruzione di manufatti in zona sismica.

Per quanto applicabili e non in contrasto con le suddette Norme, si richiamano qui espressamente anche le seguenti Norme UNI:

- UNI 7070/82 relativa ai prodotti laminati a caldo di acciaio non legato di base e di qualità;
- UNI 10011/88 relativa alle costruzioni in acciaio, recante istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione;
- Eurocodice n° 2 e n° 3;

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere «qualificati» ai sensi della normativa sopraccitata; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio/varo e controfreccie di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio/varo dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio e di eventuali opere provvisoriale.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura. L'Impresa dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

Il progetto delle saldature e le loro tecnologie di esecuzione saranno sottoposti alla verifica dell'Istituto Italiano della Saldatura o di altro Ente, qualificato, di fiducia della Direzione Lavori.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. in vigore e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

Gli oneri relativi alla consulenza ed ai controlli eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori saranno a carico dell'Impresa.

Tutti i macchinari, le attrezzature e le procedure lavorative dovranno rispondere alle prescrizioni indicate dalla vigente normativa in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro (D.Lgs 626/94, D.Lgs 494/96, ecc.)

Tutte le operazioni di realizzazione dell'infrastruttura dovranno essere eseguite in conformità a quanto indicato nel Manuale "Norma di Sicurezza per l'esecuzione di lavori sull'Autostrada in presenza di traffico", nel Piano di Sicurezza e Coordinamento e sotto la supervisione del Coordinatore per l'Esecuzione.

Le prove di carico prescritte dalle specifiche contrattuali, dai documenti di progetto ed eventualmente richieste dalla Direzione Lavori in base a motivate esigenze tecniche, così come quelle previste dalle leggi vigenti, saranno eseguite a cura e spese dell'Impresa.

Nella esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà fornire la manodopera, le attrezzature, le opere provvisoriale, i ponteggi in quantità e tipologia adeguate sia alla esecuzione dei lavori che alla effettuazione di controlli ed ispezioni.

Sarà cura dell'Impresa eseguire o far eseguire tutte le prove ed i controlli previsti, così come quelli aggiuntivi che la Direzione Lavori ritenesse necessari ad assicurare la rispondenza del lavoro eseguito alle specifiche ed agli standards qualitativi prefissati.

Per consentire la effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere alla installazione in cantiere di uno o più laboratori attrezzati per la esecuzione delle prove previste.

Il laboratorio di cantiere dovrà avvalersi di personale qualificato e numericamente adeguato al quantitativo di prove da eseguire.

Le prove da eseguire ai sensi della legge 5 novembre 1971 N° 1086, per quanto applicabili e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008, dovranno essere effettuate presso laboratori ufficiali autorizzati.

Nel caso di lavori da eseguire in presenza d'acqua sarà cura dell'Impresa provvedere con i mezzi più adeguati all'aggettamento ed al contenimento della stessa o, in alternativa, sarà sua cura adottare gli accorgimenti necessari, previa informazione alla Direzione Lavori, per l'esecuzione dei lavori in presenza d'acqua.

I materiali costituenti le opere metalliche dovranno avere caratteristiche non inferiori a quelle previste dalle Specifiche di Approvvigionamento e dovranno essere sottoposti ai controlli di qualità previsti dalle Specifiche.

Il materiale dovrà pervenire in cantiere corredato dalla certificazione di qualifica richiesta.

Le strutture, sia in calcestruzzo che in carpenteria metallica, prefabbricate in stabilimenti esterni, prima dell'inoltro in cantiere dovranno essere sottoposte alle prove di controllo qualità e, ove richiesto, alle prove di preassemblaggio.

2.0 PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI

a) Approvvigionamento materiali

I materiali impiegati per la costruzione delle strutture dovranno rispondere alle prescrizioni contenute nella sezione "Acciaio" del presente Capitolato.

In ogni caso i materiali dovranno, come minimo, corrispondere ed essere qualificati e/o controllati in conformità alle disposizioni di cui alle "Norme Tecniche per le costruzioni 14/01/2008".

b) Saldature, bullonature

Per quanto concerne le differenti tipologie di giunzioni, dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- Saldatura

Le specifiche dei procedimenti di saldatura dovranno essere preparate dall'Impresa e sottoposte all'approvazione e qualifica da parte di un Istituto specializzato (Istituto Italiano della Saldatura, R.I.N.A. (Registro Italiano Navale).

Congiuntamente alla Specifica sarà sottoposta all'approvazione del predetto Istituto il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire.

Ovviamente le modalità di saldatura e l'estensione dei controlli dovranno comunque soddisfare le prescrizioni della normativa vigente.

- Bullonatura

L'accoppiamento foro-bullone dovrà essere di precisione.

Il massimo gioco complessivo tra foro e diametro del bullone sarà pari a 0,3 mm, per bulloni aventi diametro massimo 20 mm, e pari a 0,5 mm, per bulloni aventi diametro maggiore di 20 mm.

Il serraggio dei bulloni dovrà essere eseguito rispettando i valori della coppia di serraggio indicati nel prospetto 4-IV della norma CNR 10011/88.

La forza di trazione (Ns) nel gambo della vite dovrà essere pari a:

$N_s = 0.8 \cdot f_{kn} \cdot A_{res}$ (per bulloni non soggetti a taglio)

$N_s = 0.7 \cdot f_{kn} \cdot A_{res}$ (i bulloni soggetti a taglio) dove A_{res} è l'area della sezione resistente della vite ed f_{kn} la tensione di snervamento su provetta.

I bulloni dovranno essere montati in opera con una rosetta posta sotto la testa della vite (smusso verso testa) e una rosetta posta sotto il dado (smusso verso il dado).

Per il serraggio dei bulloni si dovranno usare chiavi dinamometriche a mano o chiavi pneumatiche, ambedue i dispositivi dovranno possedere un meccanismo limitatore della coppia applicata.

Tali meccanismi dovranno garantire una precisione non minore del $\pm 5\%$.

I giunti da serrare dovranno essere montati nella posizione definitiva mediante un numero opportuno di "spine" in grado di irrigidire convenientemente il giunto e consentire la perfetta corrispondenza dei fori.

Si procederà quindi a serrare i bulloni di un estremo dell'elemento da collegare, con una coppia pari a circa il 60% di quella prescritta, il serraggio dovrà iniziare dal centro del giunto procedendo gradualmente verso l'esterno.

Si provvederà quindi al serraggio dell'altra estremità dell'elemento con modalità analoghe a quelle su esposte. Si provvederà infine al serraggio di tutti i bulloni con una coppia pari al 100% di quella prevista.

c) Montaggio

L'Impresa sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà essere comunque atto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente fossero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, e tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo e di sottosuolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio delle strutture, si dovrà porre la massima cura per evitare che le stesse siano deformate o sovrasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette, tenuto conto tra l'altro che tutte le strutture, prima di essere trasferite a piè d'opera, devono essere trattate in officina con sabbiatura ed una mano di primer. A discrezione della Direzione Lavori potrà venire richiesto che le strutture metalliche debbano essere verniciate in officina, e ritoccate eventualmente ove danneggiate in cantiere.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto. In particolare si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura (assolutamente vietato l'uso della fiamma) di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. in vigore, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiato a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave idraulica purché questo sia controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore a tre mesi.

Per ogni unione con bulloni l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio sul numero di bulloni indicato dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso a tutti i bulloni.

Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

Si segnala in particolare che l'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che sia interrotto il traffico sulla sede autostradale, salvo brevi interruzioni notturne durante le operazioni di sollevamento/varo, da concordare con la Direzione Lavori e con la Società di Gestione dell'Autostrada.

d) Verniciature e/o Impermeabilizzazione

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione in accordo alle prescrizioni e specifiche di cui alla Sezione "verniciature" del presente Capitolato.

Nel caso di impiego di acciaio autopassivante per la costruzione di cassoni di impalcato, si dovranno eseguire dei fori per lo scarico delle acque di infiltrazione.

Le modalità di controllo (delle vernici e della loro applicazione) saranno le medesime di quelle riportate nel punto precedentemente richiamato.

Il colore di finitura sarà definito dai documenti di progetto, in mancanza di indicazioni specifiche l'Impresa dovrà chiedere istruzioni alla Direzione Lavori.

Per la impermeabilizzazione vale quanto riportato nel punto successivo.

2.1 IMPERMEABILIZZAZIONE

2.1.1 Mastice in bitume modificato

2.1.1.1 Materiali

L'impermeabilizzazione degli impalcati in acciaio a lastra ortotropa verrà realizzata mediante stesa, con adeguate attrezzature per la fusione omogenea e lo spandimento ottimale del prodotto, di bitume di distillazione modificato, colato a caldo, additivato in alta percentuale con polimeri sintetici elastomerici e plastomerici compatibili e resistenti alle alte temperature di stesa, caricato con inerti fini, di spessore finito pari ad almeno 2 mm.

Il mastice bituminoso dovrà avere la seguente composizione:

Legante:

Dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40/50 e Trinidad Epureè in rapporto di 5 a 2 in peso.

In alternativa potranno essere usati, previa approvazione della Direzione Lavori, altri bitumi naturali (quali il Selenitza) o gomme termoplastiche, del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione.

Il legante (bitume +polimeri) sarà dosato in ragione del 40÷50% in peso riferito al peso totale della miscela

Filler:

Dovrà essere passante totalmente al setaccio 0,18 UNI (ASTM n 80) e per il 90% al setaccio UNI 0,075 (ASTM n 200 granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 50-60% riferito al peso totale della miscela.

Elastomeri e plastomeri:

Dovranno essere presenti in percentuale del 12% sul peso del bitume;

Miscela finale:

Il mastice completo, confezionato nel rispetto delle Norme sopra esposte, dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Punto di rammollimento palla -anello 95÷125 °C;
- Penetrazione a 25 ° C 30÷60 dmm;
- Punto di rottura Fraass -15÷-25 °C;

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, per la necessaria approvazione, la composizione prevista per il mastice nonché campioni del rapporto finito e dei materiali componenti, in modo che su di essi possano essere effettuate preventivamente tutte le prove previste nelle presenti Norme.

Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato processo di produzione su scala reale e comunque rientranti in tutti i limiti espressi in precedenza.

La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo e uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 2 mm e max di 3 mm, da verificare mediante prelievo di campioni.

Dovrà avere una resistenza meccanica tale che, se sottoposta al transito temporaneo degli automezzi gommati di cantiere, non si verifichino schiacciamenti, fessurazioni o abrasioni sul manto.

2.1.1.2 Modalità di realizzazione e applicazione

MODALITA' DI REALIZZAZIONE

a) Preparazione del fondo in acciaio

La superficie dell'impalcato, ivi compresi eventuali cordoli di contenimento, deve essere preventivamente sabbiata con sabbia silicea, quarzifera, lavata, essiccata e protetta in sacchi, di granulometria compresa fra 0,2 e 0,9 mm o preferibilmente trattata mediante pallinatura con graniglia metallica, fino ad ottenere almeno il grado 2 e 1/2 Svenks Standard e un grado di rugosità Ra compreso tra 15 e 25 μ m.

Non si dovrà procedere alla preparazione in presenza di nebbia o di pioggia. In funzione delle condizioni ambientali, a discrezione della Direzione Lavori, dopo la preparazione potrà essere prevista l'applicazione di un primer compatibile. L'applicazione del primo strato protettivo, sia esso il primer/aggrappante od il mastice d'impermeabilizzazione, dovrà seguire immediatamente il processo di disossidazione sopra descritto.

b) Modalità di preparazione del mastice in bitume modificato sintetico

La confezione del mastice in bitume modificato verrà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla Direzione Lavori, di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire.

Tassativamente si prescrive che il dosaggio del legante, del filler deve essere fatto a peso.

Nel confezionamento occorre che le apparecchiature di riscaldamento siano tali da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed il filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.

Qualora la confezione non venga fatta sul luogo della messa in opera, il trasporto del mastice verrà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anche esse di agitatore meccanico e apposito impianto di riscaldamento.

c) Messa in opera impermeabilizzazione

In stretta successione all'operazione di preparazione, viene posto in opera lo strato d'impermeabilizzazione e di protezione delle parti metalliche esposte, stendendo a caldo a temperatura di 180-190°C la speciale miscela bituminosa polimerizzata " avente caratteristiche tecniche descritte nei paragrafi precedenti, in ragione di 1,5÷2,0 kg/mq., per uno spessore minimo di 2 mm.

La stesa dovrà procedere uniformemente, interessare preferibilmente tutta la larghezza dell'impalcato e dovrà seguire le operazioni di preparazione in modo tale che le superfici trattate non rimangano esposte agli agenti atmosferici per più di un'ora. In condizioni ambientali di umidità elevata, tale intervallo di tempo dovrà sensibilmente ridursi, in modo tale che non si verifichi in alcun caso la ossidazione delle superfici già trattate. Quando ciò non sia utilmente ottenibile, le lavorazioni devono essere sospese per il tempo necessario al ripristino delle condizioni minime di applicabilità.

Sulle pareti dei "cordoli" dovrà essere applicata a caldo, previa mano di primer di ancoraggio, una guaina bituminosa preformata dello spessore di 4-5 mm, avente i requisiti di cui al successivo punto 2.3.2, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso non inferiore a 300 g/m².

La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25 cm rispettivamente sulla impermeabilizzazione di mastice di asfalto e sul coronamento di cordolo.

In alternativa al sistema con le guaine, a discrezione della Direzione dei Lavori, potrà essere usato un cordone preformato in mastice bituminoso del tipo TOK-BAND a sezione rettangolare, da far aderire con fiamma in corrispondenza al punto d'incontro soletta-coronamento e che si sciogla con il calore stesso dell'impermeabilizzazione.

I bocchettoni in corrispondenza dei fori di scarico per i pluviali dovranno essere fissati a livello della soletta in acciaio sull'impalcato e in conglomerato cementizio sulle spalle con degli stucchi epossidici ed il mastice di asfalto dovrà giungere fino al bordo del foro, coprendo così i risvolti del bocchettone stesso.

Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei conglomerati cementizi di soletta), dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso.

In ogni caso si dovrà avere cura che la temperatura dello strato bituminoso, a contatto del manto impermeabile, all'atto della stesa, sia almeno di 413 K in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.

2.1.1.3 Impermeabilizzazione di cordoli con guaina bituminosa armata con non tessuti in poliestere

Caratteristiche tecniche

primer : il primer di adesione alle superfici in calcestruzzo cementizio, sarà costituito da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P. e A. 85-90 °C), additivato con miscele di butadieni, per aumentare il potere adesivo e ritardare l'evaporazione del solvente: l'adesione del primer di attacco alla soletta non dovrà risultare inferiore a 2 Kg/cm², misurati in senso perpendicolare a quest'ultima (prova di trazione), con velocità di deformazione costante di 1,27 mm/1' e temperatura di 20°C (+5 °C).

La viscosità del primer, misurata in "tazza" Ford 0,4 mm a 25°C, dovrà essere compresa tra 20 e 25 sec (primer con 50% di residuo secco).

massa bituminosa :

| | |
|---|------------|
| punto di rammollimento P. e A. (C.N.R. 35/73) | 140 °C |
| punto di rottura Frass (C.N.R. 43/74) | max -15 °C |
| penetrazione a 25°C (CNR 24/71) | 20-30 dmm |

armature : saranno costituite da tessuto "non tessuto" ottenuto a partire da fibre di poliestere ad alto titolo e tenacia, solidamente collegate tra di loro mediante legamento per agugliatura o legamento doppio.

La massa per unità di superficie (CNR 110/85) del solo non tessuto dovrà essere non inferiore ai 250 g/mq, essendo comunque facoltà della Direzione Lavori ordinare l'utilizzo di armature di maggior peso, fino a 350 gr/mq, per l'utilizzo su solette superficialmente irregolari.

Le armature dovranno inoltre avere:

- variazioni dimensionali (tra -30°C e +200°C) minori del 3%;
- punto di fusione (in bagno di opportuni olii) non inferiori a 250°C;
- inalterabilità all'azione anche prolungata di sali, alcali, acidi, idrocarburi ed all'azione dei microorganismi;
- perfetta adesione ed impregnabilità con le masse bituminose descritte in precedenza.

Le resistenze alla punzonatura è determinata a 40°C su dischi liberi del solo non tessuto per un diametro di 10 cm e punzone sferico da 5 mm, con velocità d'avanzamento del punzone di 25 mm/1' e 5 punzonature su due campioni.

Il valore finale, ottenuto dalla media di due valori a loro volta medie di 5, dev'essere non inferiore a 15 Kg.

Le caratteristiche dell'armatura saranno verificate su campioni tenuti in aria calda (180 °C) per 10 minuti senza tensione.

Per la prova di punzonamento il tempo di tale condizionamento è di 15 minuti.

guaina completa : si dovranno utilizzare guaine preformate armate con tessuto in poliestere, dello spessore complessivo di 4-5 mm, dei quali 2-3 mm di massa bituminosa nella parte inferiore ed un massimo di 0,5 mm sempre di massa bituminosa al di sopra dell'armatura.

La guaina dovrà possedere i seguenti requisiti:

- resistenza a piegatura: la prova è eseguita a 5 °C, dopo condizionamento per due ore in ambiente a temperatura controllata e nel tempo di 15 secondi dall'estrazione del campione da quest'ambiente. I campioni, di dimensione 10x10 cm, verranno piegati in senso longitudinale e trasversale, dalla parte del massimo ricoprimento di massa bituminosa, attorno a un tondino di acciaio di diametro 10 mm, anch'esso condizionato a 5 °C, fino a far combaciare i bordi. La prova è ritenuta superata se non si formano fessure sulla massa bituminosa, sempre sul lato di massimo ricoprimento.
- prova di trazione nei due sensi (longitudinale e trasversale), su strisce larghe 5 cm e di lunghezza non superiore a 17 cm :
 - velocità di trazione 25 mm/1' ;
 - temperatura 20±2 °C
 - in senso longitudinale (media 3 prove):
resistenza minima 100 daN/ 5 cm;
allungamento compreso tra il 30% ed il 60%
 - in senso trasversale (media 3 prove):
resistenza minima 90 daN/ 5 cm;
allungamento compreso tra il 30% ed il 60%;
- punzonamento a caldo a 40°C, con tempo di condizionamento di 15 min, su dischi liberi per un diametro di 10 cm e punzone sferico diametro 5 mm, dal lato superiore delle guaine:
 - velocità di avanzamento del punzone 25 mm/1' ;
 - verranno effettuate 5 punzonature su due campioni;
 - il valore finale, ottenuto dalla media dei due valori a loro volta media di 5, deve essere non inferiore a 15 Kg.

2.1.1.4 Modalità di esecuzione

Per la stesa di tali guaine, di larghezza possibilmente di 2 m e comunque mai inferiore a 1 m e di lunghezza pari all'intera campata dell'impalcato, la soletta dovrà essere preventivamente preparata in analogia a quanto descritto al precedente articolo 101.

Si procederà quindi alla stesa con spazzoloni del primer in quantità compresa tra 350 e 500 gr/mq.

Dopo la completa evaporazione del solvente le guaine preformate saranno incollate previa fusione con fiamme al primer così steso, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Si provvederà quindi a comprimere la guaina sulla soletta mediante un rullo gommato che eserciti una pressione di almeno 1 daN/cmq .

In ogni caso lo spessore medio finito del manto non sarà inferiore a 4 mm e la sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

Il manto dovrà essere transitabile senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato), e dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa e la compattazione su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 10 daN/cmq, in permeometro, a 60°C, per 5 ore anche nelle zone di giunto.

2.1.2 GUAINE BITUMINOSE PREFORMATE ARMATE

L'impermeabilizzazione, in corrispondenza delle discontinuità e/o di elementi sporgenti, dovrà essere realizzata con guaine bituminose preformate, armate con geotessile non tessuto in poliestere, aventi le caratteristiche riportate nel seguito.

2.1.2.1 Modalità di posa in opera

Per le modalità di preparazione delle lastre e per le sistemazioni in corrispondenza dei coronamenti valgono le prescrizioni del precedente punto 2.3.1.2.

Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, verrà adottato uno dei metodi di posa in opera di seguito descritti:

metodo di posa n° 1:

Da adottare indicativamente nel caso di temperatura media diurna dell'aria non minore di 283° K.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 5 mm e larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso di 300 g/m², verrà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla lastra;

metodo di posa n° 2:

Da adottare indicativamente nel caso di temperatura media diurna dell'aria minore di 283° K.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm e di larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere, del peso di 300 g/m² verrà posta in opera previa spalmatura, sul primer di attacco alla lastra, di 1,00 kg/m² di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina.

In ambedue i casi descritti lo spessore del manto finito sarà dell'ordine dei 5 mm e la sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla lastra.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato) e dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 MPa in permeometro, a 333° K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

2.1.2.3 Caratteristiche dei materiali e prove di accettazione

L'Impresa dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni delle guaine che intende adottare e dei materiali componenti per essere sottoposti, a cura e spese della stessa, alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche indicate nel seguito, i materiali saranno rifiutati e l'impresa dovrà allontanarli a sua cura e spese.

2.1.2.2.1 Primer di adesione al supporto

Il primer di adesione alle superfici in acciaio sarà costituito da soluzioni, in opportuni solventi selettivi, di bitume di distillazione, a penetrazione 60/70 dmm, additivato per il 10-12% con particolari gomme termoplastiche compatibili e resine resistenti alle alte temperature di stesa e capaci di conferire estrema elasticità ed adesività all'intero sistema. Tale prodotto sarà fornito in cantiere preconfezionato in modo da garantire una perfetta omogeneità della massa con dispersione ottimale del polimero.

Si procederà alla stesa a caldo (473-493° K) con spatoloni sulla superficie appena sabbiata.

L'adesione del primer alla lastra non dovrà risultare inferiore a 0,2 MPa misurati in senso perpendicolare a quest'ultima (prova di trazione) a velocità di deformazione costante di 1,27 mm/min e temperatura di 293° K (± 5° K).

La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.

2.1.2.2.2 Massa bituminosa della guaina

Sarà costituita indicativamente da bitume leggermente polimerizzato, in quantità non superiore al 70% in peso della massa costituente il legante, mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume.

Potranno in alternativa essere usati altri tipi di elastomeri e plastomeri purché compatibili con il bitume e con le temperature di fabbricazione e messa in opera.

Dovrà essere escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale.

La massa bituminosa costituente la guaina dovrà rispondere alle caratteristiche riportate di seguito:

- punto di rammollimento P. e A.: $\geq 423^{\circ}$ K;
- punto di rottura Frass: 258° K;
- penetrabilità DOW a 298° K (con peso 100 g a 299° K): 20 - 30 dmm.

La non rispondenza a quanto sopra comporterà il rifiuto delle guaine.

2.1.2.2.3 Armatura delle guaine

Sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo coesionato mediante agugliatura.

Saranno ammesse anche guaine con armatura mista in geotessile non tessuto in poliestere e rete o velo in fibra di vetro (o altro materiale non putrescibile).

Dalle prove di qualificazione, da effettuarsi secondo il disposto del richiamato punto, dovranno risultare i seguenti valori:

- peso (UNI 5114) > 300 q/m'
- resistenza a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639) ≥ 18 kN/m
- allungamento (UNI 8939) > 60%
- lacerazione (UNI 8279/9) $\geq 0,5$ kN
- punzonamento (UNI 8279/14) ≥ 3 bar
- inalterabilità all'azione anche prolungato di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microorganismi
- perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa

2.1.2.2.4 Guaina preformata

Le guaine impermeabili preformate dovranno avere l'armatura in posizione asimmetrica rispetto alla massa bituminosa (posta a 0,5 mm dalla superficie superiore a contatto con il conglomerato bituminoso della pavimentazione).

Le guaine dovranno essere sottoposte preliminarmente a prove dalle quali dovrà risultare la rispondenza ai requisiti sottoelencati:

- massa areica (UNI 8202/7):
 - guaina di spessore non minore di 5 mm > 5,500 kg
 - guaina di spessore non minore di 4 mm $\geq 4,500$ kg
- resistenza a trazione (UNI 8202/8):
 - longitudinale ≥ 18 kN/m
 - trasversale > 16 kN/m
- resistenza alla lacerazione (LTNI 8202/9):
 - longitudinale 0,16 kN
 - trasversale 0,17 kN
- punzonamento statico (UNI 8202/11):

classe di resistenza/carico sopportato su sfera $\varnothing 10$ mm

- su supporto rigido Ps4 > 25 kg
- su supporto non rigido Ps4/> 25 kg

- flessibilità a freddo su mandrino (UNI 8202/15) 263° K
- scorrimento a 343 K (UNI 8202/16) < 1 mm
- impermeabilità all'acqua (UNI 8202/21) > 100 kPa

Tali prove dovranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere.

Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sui campioni inviati in laboratorio o sui materiali in cantiere.

Qualora anche una sola delle prove dia esito negativo la guaina sarà rifiutata e la partita dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Le prove elencate, necessarie alla qualificazione delle guaine, potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali effettivamente messi in opera.

Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sul campione inviato o ricostituito in laboratorio, o sui materiali in cantiere.

2.1.3 PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

Il conglomerato bituminoso costituente la pavimentazione sarà costituito da inerti di costituzione e granulometria opportuna, e da legante bituminoso modificato (hard) con aggiunta di polimeri onde esaltare le caratteristiche meccaniche della pavimentazione finita.

L'aggiunta di polimeri al bitume permette di allargare l'intervallo di temperatura a cui il conglomerato bituminoso presenta proprietà meccaniche di resistenza e deformazione, tali da resistere ai carichi sovrastanti e seguire nel contempo le deformazioni della piastra ortotropa, in modo ottimale.

La pavimentazione, dello spessore totale di 8 cm., viene stesa in due fasi successive.

Nella prima viene steso uno strato di collegamento in conglomerato bituminoso modificato chiuso, dello spessore di 5 cm. Nella seconda fase viene steso lo strato di usura, dello spessore di 3 cm. in antiskid.

c) Messa in opera della pavimentazione:

1 - Messa in opera dello strato di collegamento modificato.

Il conglomerato bituminoso, avente caratteristiche come da norme tecniche allegate, viene steso mediante finitrice nello spessore definito e successivamente compattato mediante rullo.

2 - Messa in opera del secondo strato o manto di usura.

Tali conglomerati bituminosi, aventi caratteristiche tecniche come da norme tecniche allegate, vengono posti in opera, mediante finitrice, sul primo strato e quindi costipati con rullo compressore. La stesa del tappeto drenante sarà preceduta dall'applicazione di una mano d'attacco impermeabilizzante a base di bitume modificato.

2.1.3.1 STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)

Lo strato di collegamento sarà costituito da un conglomerato bituminoso chiuso cioè da una miscela ben graduata di pietrischetti, graniglie, sabbia e additivo minerale (filler) impastata con bitume a caldo, previo riscaldamento ed essiccazione degli aggregati, stesa in opera con macchina vibrofinitrice e rullata a fondo. Lo strato di collegamento verrà realizzato e posto in opera seguendo le indicazioni riportate nei paragrafi successivi.

Bitume

Il legante dovrà essere costituito da bitume semisolido di tipo 50/70, salvo diverso avviso della Direzione Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali, e rispondente alle "Norme per l'accettazione dei bitumi stradali" (CNR, fascicolo 68/78) ed eventuali successivi aggiornamenti.

Dovrà presentare le caratteristiche sotto riportate:

| | |
|---|-------------|
| penetrazione a 25°C (EN1426, CNR 24/71) | 50-70 mm-1; |
| punto di rammollimento (EN1427, CNR35/73) | 46-56° C; |
| punto di rottura [Fraass] (CNR43/74) | ≤ -8° C; |
| solubilità (EN12592) | ≥ 99%; |
| viscosità dinamica a 160° C, $\gamma=10 \text{ s}^{-1}$ | ≥ 0.15 Pa s |
| Valori dopo il Rolling Thin Film Oven Test | |
| Volatilità (CNR 54/77) | ≤ 0.5%; |
| Penetrazione residua a 25° C (EN1426, CNR 24/71) | ≥ 50%; |
| Incremento punto di rammollimento (EN1427, CNR35/73) | ≤ 9° C. |

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra -1,0 e +1,0.

$$\text{indice di penetrazione} = \frac{20 \text{ u}-500 \text{ v}}{\text{u} + 50 \text{ v}}$$

dove:

u = tempo di rammollimento alla prova "palla-anello" in °C- 25 °C

v = log.800 -log.penetrazione bitume in dmm a 25 °C.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa sarà tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Additivi

Gli additivi, naturali o artificiali, potranno essere utilizzati per migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

In particolare potranno essere utilizzati attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume-aggregato, per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo (comunque compreso fra il 3% ed il 6% del peso di bitume) dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento, e di durabilità all'azione dell'acqua, riportate nelle tabelle contenute nei paragrafi seguenti.

In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180° C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume saranno verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Aggregati

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme sugli aggregati: criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali" CNR 139/92 e successive modifiche o integrazioni, ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

Inoltre dovranno essere esenti da polvere, fango, argilla o materiali estranei che impediscano l'adesione del bitume.

L'aggregato grosso, frazione di inerte trattenuto al crivello UNI n. 5, dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, di forma cubica o poliedrica, a spigoli vivi e superficie ruvida, con elementi piatti o allungati in percentuale minore del 25%.

Dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- passante al setaccio da 0.075 mm < 1%;
- quantità di frantumato $\geq 90\%$;
- perdita in peso alla prova di abrasione Los Angeles (CNR 34/73) $\leq 25\%$;
- Micro Deval umida (CNR 109/85) $\leq 20\%$;
- sensibilità al gelo (CNR 80/80) $\leq 30\%$;
- spogliamento (CNR 138/92) $\leq 5\%$;
- coefficiente di imbibizione (CNR fasc. 4/53 e succ.) non superiore a 0.8%;

questo valore potrà essere elevato fino a max 1.5% purchè, nel dosaggio del legante, si tenga conto della maggior capacità di assorbimento dell'aggregato;

- materiale non idrofilo secondo Norma CNR fasc. 4/83.

Per il prelievo dei campioni delle varie pezzature di aggregato grosso si seguirà la Norma CNR 93/83.

L'aggregato fino sarà costituito da sabbie naturali o di frantumazione costituite da particelle dure, pulite, aspre al tatto, di forma cubica o sferica, prive di elementi lamellari ed esenti dal terriccio, argilla od altre materie estranee.

Dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- equivalente in sabbia (CNR n. 27/72) $\geq 60\%$;
- passante al setaccio 0.075 (CNR 75/80) $\leq 2\%$;
- quantità di frantumato (CNR 109/85) $\geq 50\%$;
- materiale non idrofilo secondo Norma CNR fasc. 4/83.

Per il prelievo dei campioni di aggregato fino si seguirà la Norma CNR 93/83.

L'additivo minerale (filler), frazione passante al setaccio da 0.075 mm, potrà provenire dalla frazione fina degli aggregati oppure potrà essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da calce idrata, cemento, calce idraulica, polvere d'asfalto, ceneri volanti.

Dovrà essere perfettamente asciutto e privo di agglomerazioni, dovrà inoltre soddisfare alle prescrizioni indicate nelle Norme CNR 139/92 ed alle seguenti prescrizioni:

- spogliamento (CNR 138/92) $\leq 5\%$;
- passante al setaccio da 0.18 mm (CNR 23/71) 100%;
- passante al setaccio da 0.075 mm (CNR 75/80) $\geq 80\%$;
- indice di plasticità (CNR UNI 10014) = non presente;
- vuoti Rigden (CNR 123/88) fra il 30 ed il 45%;
- stiffening power [rapporto filler/bitume = 1.5] (CNR 122/88) $\geq 5 \Delta PA$.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa sarà tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione dovrà essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti.

Miscela

L'Impresa sarà tenuta, con congruo anticipo rispetto all'inizio della stesa, ad effettuare uno studio, debitamente firmato da un tecnico abilitato, per la migliore composizione della miscela e a presentare all'approvazione della Direzione Lavori i risultati dello studio completo ed il tipo di miscela che intende adoperare.

La miscela degli aggregati da adottare dovrà avere una composizione granulometrica continua, uniformemente estesa cioè dagli elementi più grandi, sono previsti inerti di dimensione massima pari a 20 mm, ai più piccoli (additivo), e contenuta nel seguente fuso:

| Crivelli e setacci U.N.I. | Miscela passante totale in peso % |
|---------------------------|-----------------------------------|
| Crivello 25 | 100 |
| Crivello 15 | 70 ÷ 90 |
| Crivello 10 | 60 ÷ 80 |
| Crivello 5 | 30 ÷ 60 |
| Setaccio 2 | 20 ÷ 35 |
| Setaccio 0.4 | 9 ÷ 20 |
| Setaccio 0.18 | 3 ÷ 12 |
| Setaccio 0.075 | 2 ÷ 6 |

Tale composizione dovrà essere realizzata con non meno di 4 distinte pezzature di aggregati; potrà essere richiesto l'impiego di 2 o più qualità di sabbia, ove non sia possibile reperire una unica qualità di sabbia di composizione idonea, senza che ciò possa dar luogo a richiesta di compenso addizionale.

Solo nel caso di comprovata impossibilità ad attenersi ad una curva granulometrica continua, potrà essere accettata anche una composizione granulometrica discontinua, purché gli impasti di prova, di cui al capoverso relativo, soddisfino a tutti gli altri requisiti richiesti alla miscela.

La percentuale di legante, riferita al peso degli aggregati, dovrà essere compresa fra il 4.5% ed il 5.5%. La quantità di bitume sarà in ogni caso preventivamente determinata con il metodo Marshall eseguito su provini confezionati con quantità crescente di bitume di 0.5% in 0.5% e costipati con 75 colpi per faccia.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata dovrà essere compresa fra il 55 ed il 75 % in volume.

Una volta accettata dalla Direzione Lavori una determinata composizione granulometrica, l'Appaltatore dovrà attenersi rigorosamente ad essa per tutta la durata del lavoro.

Non saranno ammessi scostamenti di composizione granulometrica (espressi come variazioni rispetto alle singole percentuali in peso) maggiori di:

- 3% per l'aggregato grosso;
- 2% per l'aggregato fino;
- 1.5% per il filler;
- 0.25% per il bitume.

Tali valori devono essere verificati sia dall'esame delle miscele prelevate dalla stesa sia dall'esame delle carote prelevate in sito.

L'accettazione della miscela da parte della Direzione dei Lavori non altera peraltro in alcun modo le responsabilità dell'Appaltatore riguardo al raggiungimento dei requisiti finali del conglomerato in opera.

Caratteristiche meccaniche del conglomerato

Il conglomerato dovrà possedere una stabilità Marshall, determinata come prescritto dalle norme CNR 30/73, non inferiore a 10 kN ed una rigidità Marshall compresa tra 3 e 4.5 kN/mm.

La perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua dovrà essere inferiore al 25%.

Per l'esecuzione della prova Marshall verranno seguite le modalità indicate nelle norme vigenti, costipando i provini con 75 colpi su ogni faccia. Per ogni prova verranno confezionati 5 provini di cui 4 verranno rotti ed uno accantonato per effettuare i successivi eventuali controlli.

La Direzione Lavori procederà al controllo della defomabilità viscoplastica con prove a carico costante (CNR 106/85). Il valore, misurato tra il 15° giorno e il 28° giorno dalla stesa, del parametro J_p a 40 °C dovrà essere compreso tra 14×10^{-6} e 26×10^{-6} cm²/(daNs). Tale valore sarà determinato su provini parallelepipedi ricavati da carote prelevate in sito. La Direzione Lavori stabilirà il numero e la frequenza dei controlli da eseguirsi.

Compattezza e percentuale dei vuoti

La percentuale dei vuoti residui riferita al volume del conglomerato dovrà essere compresa, a costipamento ultimato, fra il 4% ed il 6%.

Qualora le prove di controllo effettuate in corso d'opera o in sede di collaudo provvisorio o definitivo facessero riscontrare in qualche zona della pavimentazione una percentuale di vuoti superiore al 6 %, ma non superiore all' 8 %, per la contabilizzazione del lavoro relativo al presente articolo, e per tutta la estensione della zona riconosciuta interessata, verrà applicata una adeguata riduzione di prezzo in sede di contabilizzazione, salvo l'esame o giudizio conclusivo in sede di collaudo.

Qualora invece si dovessero riscontrare percentuali di vuoti in misura superiore al 9%, lo strato di pavimentazione di cui al presente articolo, e per la zona interessata, non verrà accettato e si procederà secondo quanto stabilito all'art. 18 del Capitolato Generale d'Appalto dei Lavori Pubblici (D.M. 19 aprile 2000). Tale percentuale dei vuoti verrà determinata per confronto fra il peso di volume del conglomerato ricavato mediante pesata idrostatica di provini preventivamente paraffinati o saturati in acqua per 24 ore ed il peso di volume teorico ottenuto determinando il peso specifico del bitume ed il peso specifico dell'insieme degli aggregati, quest'ultimo in picnometro senza polverizzare il materiale. Contemporaneamente il rapporto fra il peso di volume del conglomerato in opera ed il peso di volume di provini Marshall confezionati in laboratorio non dovrà essere inferiore al 98 %.

2.1.3.2 USURA ANTISKID

Descrizione

Il conglomerato bituminoso di usura ANTISKID è costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, frantumati, sabbie di sola frantumazione e additivo (filler), impastato a caldo in appositi impianti con bitume modificato e talvolta con aggiunta di fibre organiche o minerali.

Questo conglomerato, chiuso e totalmente impermeabile agli strati sottostanti, viene proposto in alternativa al drenante fonoassorbente per le maggiori possibilità di applicazione e per la più semplice manutenzione. E' composto da una curva abbastanza discontinua i cui vuoti vengono però riempiti da un mastice di bitume modificato, filler e fibre organiche come la cellulosa, che gli conferiscono elevate proprietà meccaniche, una forte resistenza all'invecchiamento e un aspetto superficiale molto rugoso.

Esso è stato studiato per essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- migliorare l'aderenza in condizioni di asciutto e in caso di pioggia,
- impermeabilizzare e proteggere completamente lo strato o la struttura sottostante,
- attenuare il rumore di rotolamento dei pneumatici.

Inerti

Gli inerti impiegati nella confezione dell'asfalto ANTISKID dovranno essere costituiti da elementi sani, duri di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei e soddisfare le prescrizioni emanate dal CNR - BU n°139/1992.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm)

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura diversa anche se preferibilmente basaltica, aventi forma poliedrica a spigoli vivi, che soddisfino i seguenti requisiti:

- quantità di frantumato = 100 %
- perdita in peso Los Angeles LA (CNR - BU n° 34/1973) < 18 %
- coefficiente di levigabilità accelerata CLA (CNR - BU n°140/1992) > 0,45
- coefficiente di forma " CF " (CNR - BU n° 95/1984) < 3
- coefficiente di appiattimento " Ca " (CNR - BU n° 95/1984) < 1,58
- sensibilità al gelo (CNR - BU n° 80/1980) < 20 %
- spogliamento in acqua a 40 °C (CNR - BU n°138/1992) = 0 %

Aggregato fino (frazione < 4 mm)

L'aggregato fino, sarà costituito da sabbie ricavate esclusivamente per frantumazione da rocce e da elementi litoidi di fiume con le seguenti caratteristiche:

- perdita in peso Los Angeles LA (CNR - BU n° 34/1973 - Prova C) < 25 %
- equivalente in sabbia ES (CNR - BU n° 27/1972) > 70 %

Filler (additivo minerale)

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- alla prova CNR - BU n° 139/92 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

Setaccio UNI n° 0,18 passante in peso a secco 100 %

" " n° 0,075 " " " " 80 %

- più del 60% della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio n. 0,075, deve passare a tale setaccio anche a secco.

- Nella composizione della curva granulometrica dell'asfalto dovrà essere comunque presente il 2% in peso di filler costituito da calce idrata, calcolata sul peso totale degli aggregati componenti il conglomerato bituminoso.

Fibre minerali

Fibre minerali stabilizzanti costituite da microfibre di cellulosa, vetro o acriliche, possono essere inserite in ragione dello 0,20-0,30 % rispetto al peso degli inerti.

Miscela

La miscela degli aggregati e della sabbia dovrà essere composta in modo da rientrare interamente nei limiti granulometrici del fuso di tab. C5.

Composizione granulometrica indicativa per USURA ANTISKID 0/10

Serie crivelli e setacci UNI Passante totale in peso %

| crivello | % Passante |
|-----------------|------------|
| 15 | 100 |
| 10 | 85 - 100 |
| 5 | 30 - 45 |
| <i>setaccio</i> | |
| 2 | 20 - 30 |
| 0,4 | 10 - 20 |
| 0,18 | 9 - 18 |
| 0,075 | 8 - 13 |

- Legante

Il legante bituminoso idoneo per il confezionamento di conglomerati di usura antiskid sarà bitume modificato Hard con bitume 50/70 di classe 3 o classe 4 (SITEB-CEB). Il tenore di bitume, sarà compreso tra il 5,5 - 7,5 % sul peso degli inerti in relazione alla granulometria adottata ed alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale. Tale dosaggio dovrà risultare dallo studio preliminare di laboratorio e deve comunque essere quello necessario e sufficiente per ottimizzare le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

Rapporto filler / bitume

Il rapporto filler/bitume dovrà mantenersi tra 1,1 e 1,7.

Spessore minimo

Lo spessore minimo del tappeto d'usura antiskid, dovrà essere almeno pari a 3 cm.

Bitumi con modifica "HARD"

Le caratteristiche dei leganti con modifica "Hard" da impiegare per la realizzazione di conglomerati bituminosi "Hard" (CBH), sono riportate nelle tabelle che seguono.

Tipologie di modifica diverse potranno essere autorizzate della Direzione Lavori.

TABELLA - BITUME HARD - LEGANTE "C" (% DI MODIFICANTE/I^(*) ≥6%)

| Caratteristiche | Unità | Metodo di prova | Valore |
|--|--------|---------------------------------|--------|
| Penetrazione a 25 °C | 0,1 mm | EN 1426; CNR24/71 | 50-70 |
| Δ Punto di rammollimento (°) /valore minimo P.A. | °C | EN 1427; CNR35/73 | ≥22/68 |
| Punto di rottura (Fraass), max | °C | CNR43/74 | ≤-15 |
| Viscosità dinamica a 160 °C, gradiente di velocità = 100 s ⁻¹ , max | Pa*s | SN 67.1722a | ≤0,8 |
| Ritorno elastico a 25 °C, 50mm/min | % | DIN52013;(CNR44/74 modificata) | ≥70 |
| Stabilità allo stoccaggio, 3 d, a 180 °C Δ Punto di rammollimento, max | °C | EN13399 | ≤3 |
| Resistenza a fatica, G*sinδ , 1.0 kPa (0.145 psi), a 10 rad/s, 50 °C | KPa | EN 1427; CNR35/73 | ≥9 |
| Valori dopo RTFOT (***) | | CNR54/77 | ±5 |
| Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163 °C, max, ± | % | CNR54/77 | ≤0,8 |
| Penetrazione residua a 25 °C , max | % | EN 1426; CNR24/71 | ≤40 |
| Incremento del Punto di rammollimento, max | °C | EN 1427; CNR35/73 | ≤5 |

(*) Si intendono polimeri elastomeri e/o termoplastici tipo : SBSr, SIS, la percentuale complessiva è indicativa

(°°) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base

(***) Rolling Thin Film Oven Test

TABELLA - EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE - LEGANTE "F1" e "F2"

Mani di attacco tradizionali per conglomerati bituminosi normali.

| Caratteristiche | Unità | "F1" | "F2" |
|--|-----------|------------------|-----------------|
| | | a rapida rottura | a media rottura |
| | | Valore | Valore |
| Contenuto di bitume (residuo di distillazione), min. | % in peso | ≥53 | ≥54 |
| Viscosità Engler a 20 °C | °E | 3/8 | 5/10 |
| Carica delle particelle | | Positiva | Positiva |
| Penetrazione a 25 °C, max | 1/10 mm | ≤200 | ≤200 |
| Punto di rammollimento, min. | ° C | ≥37 | ≥37 |

Requisiti minimi del conglomerato

Il conglomerato per usura ANTISKID dovrà avere i requisiti minimi proposti nella tabella seguente.

Requisiti del conglomerato per USURA ANTISKID

| Unità di misura | Valori | Norma di rif. |
|--|--------|-------------------|
| stabilità Marshall eseguita a 60°C (75 colpi /faccia) kg | >1000 | CNR - BU n° 30/73 |
| rigidezza Marshall kg/mm | > 350 | CNR - BU n° 30/73 |
| massa vol.delle carote indist. rispetto provini Marshall % | > 97 | CNR - BU n° 40/73 |
| percentuale di vuoti residui % | 2 - 4 | CNR - BU n° 39/73 |
| resistenza a trazione indiretta (Brasiliana) a 25°C kg/cmq | > 6 | CNR - BU n°134/91 |
| coefficiente di aderenza trasversale (15-90 gg.) CAT | >0,55 | CNR - BU n°147/92 |
| macrorugosità superficiale (15-180 gg.) HS | > 0,6 | CNR - BU n° |
| 94/83 | | |
| impronta con punzone da mmq 500 mm | < 2 | CNR - BU n°136/91 |

2.1.4 NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Preparazione della superficie stradale

Prima di iniziare la stesa dell'usura ANTISKID, è necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale ed alla stesa di una adeguata mano di attacco, realizzata con bitumi modificati, che avrà lo scopo di garantire un perfetto ancoraggio con la pavimentazione esistente, impermeabilizzarla e prevenire la propagazione delle fessurazioni dalla fondazione allo strato di usura.

La mano di attacco sarà eseguita con bitumi modificati stesi in ragione di $kg\ 1,0 \pm 0,2$ al mq, con apposite macchine spruzzatrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere, si dovrà provvedere allo spargimento, con apposito mezzo, di graniglia prebitumata avente pezzatura 8/12 mm, in quantità di circa 6-8 litri/ mq. In casi particolari o quando la D.L o ritenga opportuno, si potrà realizzare la mano di attacco, utilizzando una emulsione di bitume modificato effettuata mediante apposite macchine spanditrici automatiche in ragione di $kg\ 1.5 \pm 0.2$ al mq.e successiva granigliatura come sopra descritto. L'eccesso di graniglia non legata, dovrà essere asportato mediante impiego di motospazzatrice.

2.1.5 MODALITA' DI PRODUZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

Il conglomerato sarà confezionato mediante idonei impianti altamente automatizzati dotati di adeguati controlli automatici di processo; tali impianti dovranno essere mantenuti sempre perfettamente in ordine e dovranno assicurare una elevata qualità del prodotto.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento degli inerti, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La D.L. potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer), purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, con idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo eventualmente previsto.

La zona destinata agli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per evitare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura, onde evitare contaminazioni.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C; quella del legante modificato tra 150 e 170 °C, salvo diverse disposizioni del Direttore dei Lavori, in rapporto al tipo di bitume impiegato e alle indicazioni tecniche del fornitore.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie, i serbatoi e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà superare lo 0,5% in peso.

AVVERTENZE

- Se il legante bituminoso non viene utilizzato subito, deve essere conservato in appositi serbatoi dotati di dispositivi di riscaldamento e preferibilmente con adeguati impianti di agitazione e ricircolo.

Il prodotto deve essere tenuto alla temperatura più bassa possibile compatibile con le modalità del pompaggio. Seguire in ogni caso le istruzioni del produttore, che deve fornire una apposita scheda del prodotto.

- Per periodi di stoccaggio fino a 15 giorni, la temperatura del bitume in cisterna, sarà indicativamente compresa fra 130-150 °C.

2.1.6 TRASPORTO DEL CONGLOMERATO

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura avvolgente per evitare i raffreddamenti superficiali e la conseguente formazione di crostoni superficiali.

La percorrenza stradale, dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa, non dovrà richiedere un tempo eccessivamente lungo per non causare il raffreddamento del conglomerato (si consiglia di non superare un'ora).

AVVERTENZE

- L'appaltatore deve disporre di un numero sufficiente di mezzi di trasporto, atto ad assicurare una alimentazione regolare del cantiere di stesa. Una carenza di mezzi di trasporto provoca:

a) arresti all'impianto che, oltre a modificare il regime termico, alterano la composizione del conglomerato,

b) arresti alla finitrice che pregiudicano la qualità della stesa e la regolarità del costipamento.

- In ogni caso la durata del trasporto è vincolata dalla temperatura minima del conglomerato alla stesa, che nel caso di impiego di bitumi modificati, non dovrà mai essere inferiore a 150-160 °C.

- La distanza dall'unità produttiva potrà essere elemento discriminante per l'accettazione a priori del materiale da parte della D. L.

2.1.7 POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito, scevro da polveri e privo di residui di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla D. L., dotate di piastra riscaldata, in perfetto stato di efficienza e con di automatismi di autolivellamento. La D.L. si riserva la facoltà di poter utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna, possibilmente dopo aver consultato l'Impresa.

Le vibrofinitrici dovranno lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. La velocità di avanzamento delle macchine di stesa, dovrà essere mediamente compresa tra 4 e 5 m/min.

La temperatura del conglomerato alla stesa non dovrà mai scendere al di sotto di 150°C.

La temperatura esterna non dovrà mai essere inferiore a 5°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti.

AVVERTENZE

- La mano d'attacco va messa ogni volta che si deve "incollare" uno strato di conglomerato bituminoso su uno preesistente. Per l'ancoraggio di uno strato di usura, costituito da un conglomerato con elevata percentuale di materiale fine, è necessario un dosaggio di emulsione leggermente inferiore; si consiglia di non superare 0,3 - 0,4 kg/mq.

Il dosaggio sopra riportato dell'emulsione, espresso in kg/mq, si riferisce ad una emulsione con contenuto di bitume residuo pari ad almeno il 55 %.

2.1.8 COMPATTAZIONE

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice ed essere condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento dovrà essere realizzato con rulli metallici a rapida inversione di marcia, con peso idoneo e con caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Per lo strato di base, la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla D. L. la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza. A discrezione della D.L. potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

Al termine della compattazione, gli strati di binder e usura dovranno avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

Per lo strato di base si dovranno raggiungere densità superiori al 96%.

Si avrà cura, inoltre, che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere un 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. Un'asta rettilinea lunga 4 m, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato, dovrà aderirvi uniformemente; per lo strato d'usura, sarà tollerato uno scostamento massimo di 6 mm.

AVVERTENZE

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento dovrà essere realizzato solo con rulli lisci di idoneo peso (8-10 t) e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento di una densità pari al 97% della densità Marshall.

- L'impasto sottoposto all'azione del rullo non deve scorrere. Se ciò accade, significa che qualche cosa non va nello studio Marshall della miscela o nella temperatura del materiale.

Si consiglia di sospendere l'esecuzione del lavoro. In casi estremi, lasciar raffreddare un po' il conglomerato.

- Nelle superfici su sagoma stradale inclinata trasversalmente (raccordi), il costipamento va eseguito partendo dalla quota più bassa.

2.1.9 ESECUZIONE DEI GIUNTI

Durante la stesa, si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere trattato con applicazione di emulsione bituminosa acida al 55% in peso, per assicurare la saldatura della striscia successiva. In alternativa si potrà riscaldare contemporaneamente con apposito apparecchio a raggi infrarossi (ristuccatore), il bordo della striscia adiacente stesa, curando particolarmente il costipamento e la sigillatura del giunto longitudinale tra le due strisce. 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, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

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

AVVERTENZE

- L'esecuzione del giunto è sempre un problema delicato e mette in mostra la capacità di lavoro dell'impresa. Operando con i bitumi modificati, l'esecuzione deve essere perfetta poiché anche un piccolo dislivello di mezzo centimetro tra due strisciate, non viene recuperato dal naturale costipamento che normalmente si verifica con la riapertura del traffico ma rimane sempre evidente.
- La compattazione del rullo sul giunto deve avvenire sempre in modo che la direzione di marcia del rullo si mantenga parallela al giunto; pertanto in caso di giunto di ripresa trasversale, il rullo dovrebbe procedere per qualche passaggio trasversalmente all'asse stradale.
- Qualora ci si trovasse nella necessità di rullare un giunto fra una pavimentazione vecchia e una striscia di conglomerato appena steso, si procederà con il rullo tandem posizionato in avanzamento sulla vecchia e non viceversa.

2.1.10 CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE

STUDIO PREVENTIVO

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante per la relativa accettazione. Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori corredati da una completa documentazione delle prove effettuate in laboratorio, dovranno essere presentati alla Committente con congruo anticipo prima dell'inizio dei lavori ed approvati dalla D.L. Una volta accettata dalla D.L., l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla composizione granulometrica della curva di progetto proposta, comprovandone l'osservanza con esami periodici.

Non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 5 per lo strato di base e di ± 3 per gli strati di binder ed usura. Per gli strati di base, binder ed usura non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (passante al setaccio 2 mm e trattenuto al setaccio 0.075) di ± 2 ; per il filler (passante al setaccio 0,075 mm) di $\pm 1,5$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

CONTROLLI IN CANTIERE DI PRODUZIONE

I controlli in cantiere, dovranno essere eseguiti con le frequenze stabilite dalla D.L. al fine di accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei conglomerati. In particolare, riguarderanno:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cumuli nel cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione dell'impianto;
- la verifica delle principali caratteristiche del legante bituminoso (penetrazione, punto di rammollimento), campionato direttamente dalle autobotti in fornitura o dalle cisterne di stoccaggio dell'impianto;
- la verifica della composizione dell'impasto bituminoso (granulometria degli inerti, percentuale del bitume), campionato all'uscita del mescolatore.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto nonché la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

AVVERTENZE

- La verifica delle caratteristiche del bitume dovrà essere fatta almeno una volta a settimana con prelievi a norma CNR - BU n°81/1980. All'atto del prelievo sul campione verrà indicata la quantità Q (in kg) della fornitura a cui il prelievo si riferisce.
- In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla D.L. sul quale l'Impresa dovrà registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

CONTROLLI IN FASE D'OPERA

I controlli eseguiti in fase di posa in opera o immediatamente dopo la fine della stesa servono per verificare il rispetto dei valori contrattuali concordati.

Un controllo in fase di posa in opera è composto da almeno 3 prelievi eseguiti ogni 5.000 mq. di materiale steso oppure ogni 350 t di conglomerato.

Il controllo deve essere eseguito alla presenza dell'Appaltatore e dell'Appaltante.

Su campioni di conglomerato prelevati direttamente dalla finitrice e prima del costipamento, verranno controllati i seguenti valori:

- temperatura del prodotto all'atto della stesa;
- contenuto percentuale di bitume;
- granulometria degli aggregati e natura e percentuale litologica dell'aggregato grosso;
- peso di volume (densità), stabilità, scorrimento e rigidità, eseguita su provini Marshall confezionati possibilmente sul posto.

Dopo la stesa, a pavimentazione ultimata, dovranno essere eseguiti prelievi sulla strada, mediante carotaggio o asportazione di tasselli indisturbati, al fine di verificare:

- gli spessori del conglomerato steso
- la densità e il contenuto dei vuoti residui delle carote

Gli spessori finiti devono essere controllati almeno ogni 5.000 mq.

AVVERTENZE

- I prelievi di conglomerato dalla sede stradale, sia sottoforma di carote che di tasselli, dovranno essere eseguiti in zone significative della pavimentazione, evitando di prelevare ai margini della strada o in prossimità dei giunti.
- La determinazione della densità e dei vuoti residui sulle carote o su tasselli indisturbati di conglomerato steso, è molto importante al fine di verificare l'efficacia dell'azione costipante del rullo. Questi valori verranno confrontati con quelli ricavati dai provini Marshall confezionati con 75 colpi di maglio per faccia, prelevando il materiale all'impianto o alla finitrice. La densità delle carote dovrà essere pari almeno al 97% di quella dei provini di riferimento.
- E' possibile verificare anche la percentuale di bitume e la granulometria del conglomerato avendo cura tuttavia di selezionare una parte indisturbata della carota ovvero eliminando quella parte tagliata a contatto con la corona dentata della carotatrice.

CONTROLLI DELLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI

Sulla superficie finita del manto d'usura, oltre alla verifica delle quote e delle pendenze del piano stradale, è fondamentale ai fini della sicurezza, il controllo dei seguenti parametri:

- regolarità superficiale, misurata mediante il regolo di 4m, in direzione longitudinale e trasversale max 6 mm
- resistenza di attrito radente BPN, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo - (CNR - BU n°105/1985) > 60;
- macrorugosità superficiale HS, misurata col sistema dell'altezza in sabbia - (CNR - BU n°94/1983) > 0,45
- coefficiente di aderenza trasversale CAT, misurato con l'apparecchio SCRIM - (CNR - BU n°147/1992) > 0,55

Tali misurazioni possono anche essere eseguite in continuo con sistemi ad alto rendimento.

AVVERTENZE

- Le misure sopraccitate di attrito radente, macrorugosità superficiale e coefficiente di aderenza trasversale, dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° e il 90° giorno dall'apertura al traffico.
- La prova di attrito radente (BPN = British portable tester number) va eseguita su superficie bagnata e pulita alla temperatura di riferimento di 15°C e va ripetuta dopo un periodo di un anno dall'apertura al traffico.
- Per le percentuali di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quello progettuale superiore a $\pm 0,3\%$. Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

2.1.11 COLLAUDO

Il collaudo avverrà nel corso del 4° trimestre dopo la conclusione dei lavori e in ogni caso dopo almeno un intero ciclo stagionale invernale.

CONTROVERSIE

Qualora la D.L. rifiuti una qualsiasi fornitura come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

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

L'Impresa sarà obbligata a sottoporsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sostenendo tutte le spese per il prelievo, la preparazione e l'invio di campioni ai laboratori in seguito specificati ed indicati dall'Ente Appaltante, nonché per le corrispondenti prove di esami con il relativo onere di costi.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla D. L., previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso laboratori indicati dalla D.L., i quali saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti dell' Appalto.

2.2 APPARECCHI D'APPOGGIO

2.2.1 GENERALITÀ

Gli apparecchi d'appoggio saranno del tipo mobile, unidirezionali e multidirezionali, per la realizzazione, rispettivamente, dei vincoli di "carrello – cerniera" in una o più direzioni e dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le Costruzioni" ed alle "Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli apparecchi di appoggio da fornire nelle costruzioni", C.N.R. - U.N.I. 10008 (B.U. n°114 del 28-3-1986).

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'approvazione della Direzione dei Lavori il progetto costruttivo degli apparecchi di appoggio corrispondente ai tipi stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

Il progetto costruttivo dovrà contenere:

- a) l'indicazione delle caratteristiche di mobilità richieste per gli apparecchi, indicate nel progetto esecutivo
- b) l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità ed il parallelismo dei piani di posa degli apparecchi;
- c) la verifica statica dei singoli elementi componenti l'apparecchio e la determinazione della pressione di contatto;
- d) l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, ove possibile, alle norme UNI;
- e) l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, ove possibile alle norme UNI;
- f) l'indicazione delle modalità di collegamento dell'apparecchio al pulvino ed alla struttura d'impalcato e degli eventuali accorgimenti da adottare per il montaggio provvisorio.

In ogni caso l'Impresa dovrà presentare un apposito certificato, rilasciato da un Laboratorio Ufficiale, comprovante le caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati.

Prima della posa in opera degli apparecchi d'appoggio l'Impresa dovrà provvedere per ogni singolo apparecchio al tracciamento degli assi di riferimento ed alla livellazione dei piani di appoggio, i quali dovranno essere rettificati con malta di cemento additivata con resina epossidica.

Procederà, successivamente, al posizionamento dell'apparecchio ed al suo collegamento alle strutture secondo le prescrizioni di progetto.

In questa fase ciascun apparecchio dovrà essere prerogolato sempre secondo le prescrizioni di progetto.

Inoltre dovranno risultare agevoli: la periodica ispezione, la manutenzione e l'eventuale sostituzione.

2.2.1.1 MATERIALI

In linea di massima le caratteristiche dei materiali dovranno essere le seguenti:

- a) Acciaio laminato: Sarà della classe Fe37, Fe 43 o Fe52 - grado D delle norme UNI 7070-72
- b) Acciaio fuso a getti: Sarà della classe FeG520 delle norme UNI 3158-1977.
- c) Acciaio inossidabile.

Lamiere per superfici di scorrimento: acciaio della classe X5 Cr Ni Mo 17/12 delle norme UNI 6903-1971.

Il materiale, sottoposto a prove di corrosione secondo le norme UNI 4261-1966 non dovrà dare luogo ad ossidazioni a $60^{\circ}\text{C} \pm 2$, senza agitazione, per 4 giorni consecutivi.

La faccia a contatto con il PTFE dovrà essere lucidata fino a rugosità Ra $0,1 \mu$ (UNI 3963).

d) Elastomeri

Elastomero alternato ad acciaio: sarà conforme alle norme C.N.R.-UNI 10018-72-85.

Elastomero per cuscinetti incapsulati: sarà realizzato con mescole a base di neoprene aventi le seguenti caratteristiche:

- resistenza a trazione, $\geq 10\text{N/mm}^2$ [100 Kg/cm^2] (UNI 6065-67);
- allungamento a rottura, $\geq 300\%$ (UNI 6065-67);
- deformazione permanente a compressione (UNI4913), (50%;24h; 70°C) $\leq 20\%$;
- durezza Shore (come da UNI 4916-74).

e) Politetrafluoroetilene (PTFE).

Per le superfici di scorrimento.

Sarà tassativamente di tipo vergine, di primo impiego, senza aggiunte di materiale rigenerato o di additivi, prodotto per libero deposito e non addensato.

Le caratteristiche del PTFE, determinato secondo le norme UNIPLAST 5819-1966, saranno le seguenti:

- densità: $2,13 \div 2,23 \text{ g/cm}^3$;
- resistenza a trazione (23°C), $\geq 24 \text{ N/mm}^2$ [240 Kg/cm^2];
- allungamento a rottura (23°C) $\geq 300\%$;
- durezza Shore (come da UNI 4916-74).

f) Grasso di silicone per la lubrificazione delle superfici.

Le superfici di scivolamento (PTFE ed acciaio inox) dovranno essere lubrificate nelle zone di scorrimento ma non in quelle di rotazione.

Si dovranno prevedere apposite cavità per l'accumulo del lubrificante che sarà costituito da grasso al silicone che conservi la sua efficacia fino a 238°K .

Detto grasso non dovrà resinificare né aggredire i materiali costituenti le superfici di scorrimento. Esso dovrà essere, in particolare, conforme alle seguenti norme:

- penetrazione su campione rimaneggiato, $240 \div 295 \text{ dmm}$ (Din 51804);
- punto di congelamento $\leq 223^{\circ}\text{K}$ (DIN 51556);
- essudazione (Bleeding) 24h a 423°K , $\leq 3\%$ (US-Fed.T.M. Std 791.321.2).

g) Altri materiali

L'impiego di materiali diversi da quelli indicati, quali alluminio e acciaio cromato, (su supporto Fe52 grado D) è subordinato alle seguenti condizioni:

- documentazione da parte dell'Impresa delle caratteristiche di materiali e delle referenze sulle loro precedenti applicazioni in campi analoghi;
- proposte da parte dell'Impresa di specifiche tecniche e norme di accettazione da sottoporre all'approvazione del Committente e dovranno essere in linea con la Normativa Vigente;
- in ogni caso le caratteristiche di resistenza alla corrosione e quelle di attrito delle superfici a contatto, dovranno essere analoghe a quelle ottenibili con i materiali precedentemente descritti.

2.2.1.2 PROVE SUI MATERIALI

Tutti i materiali da impiegare nella costruzione degli apparecchi di appoggio saranno sottoposti, prima dell'inizio della lavorazione, a collaudo tecnologico a cura e spese dell'Impresa secondo le norme di accettazione riportate nei punti 2.4.1 e 2.4.1.1.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di intervenire alle operazioni di collaudo, e quella di svolgere ispezioni nell'officina, per verificare la rispondenza dei materiali impiegati ai documenti di collaudo e la regolarità delle lavorazioni.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, durante la lavorazione, campioni di materiali da sottoporre alle prove di accettazione.

Tali prove si svolgeranno presso i Laboratori ufficiali designati dalla Direzione Lavori.

2.2.1.3 FABBRICAZIONE

1. Acciaio inossidabile.

La lamiera di acciaio inossidabile, costituente la superficie a contatto con il PTFE, sarà collegata alla piastra di scorrimento in acciaio mediante saldatura (cordone continuo) o avvitamento (viti o rivetti inossidabili), in maniera tale che sia resistente al taglio.

Nel caso si impieghino delle viti o i rivetti, la lastra di scorrimento di acciaio dovrà essere protetta sufficientemente contro la corrosione, con le misure indicate al successivo punto 5, anche nella zona coperta dalla lamiera inossidabile.

Superfici di scorrimento orizzontale.

Lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile dipenderà dalla differenza, nella direzione del movimento prevalente, fra le dimensioni della lastra di acciaio e della superficie di PTFE, per evitare fenomeni di increspatura dell'acciaio dovuti a eccessiva lunghezza libera della lastra.

Tale spessore sarà conforme alle seguenti condizioni:

| Differenza di dimensioni | Spessore minimo della lastra di acciaio |
|--------------------------|---|
| Fino a 600 mm | 2,5 mm |
| più di 600 mm | 3,0 mm |

Superfici curve.

Lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile sarà di 2,5 mm nel caso di collegamento con viti o rivetti; di 1,5 mm nel caso di collegamento con saldatura.

2. PoliTetraFluoroEtilene.

Le guarnizioni di PTFE per le superfici di scorrimento orizzontali saranno incassate nelle apposite sedi e fissate con idoneo adesivo.

Esse saranno composte di una superficie unica o di pattini (strisce) della larghezza minima di 5 cm, con interasse non superiore a due volte lo spessore della piastra, rivestita in acciaio inossidabile, a contatto con i pattini.

Nei rivestimenti delle guide degli organi di ritegno le dimensioni delle strisce potranno scendere fino a 15 mm.

Lo spessore totale del PTFE, della parte incassata e di quella fuoriuscente dalla sede sarà variabile con le dimensioni in pianta della lastra.

| Dimensioni max superficie PTFE (diametro o diagonale della lastra) | Spessore minimo totale | Spessore parte fuoriuscente |
|--|------------------------|-----------------------------|
| fino a 600 mm | 4,5 mm | mm 2,0 ± 0,2 |
| 600 ÷ 1200 mm | 5,0 mm | mm 2,5 ± 0,2 |
| oltre 1200 mm | 6,0 mm | mm 3,0 ± 0,2 |

I valori di questi spessori si ricaveranno come segue:

Nel caso di pattini, di diagonale non eccedente i 600 mm, lo spessore sarà di mm 4 di cui mm 2 ± 0,2 fuoriuscenti.

L'impiego di strisce di PTFE semplicemente incollato è consentito solo nella calotta sferica; il rivestimento di PTFE dovrà essere preformato in un sol pezzo con la stessa sagoma dell'alloggiamento.

In questo caso lo spessore del PTFE potrà essere limitato a mm 2 ± 0,2.

Il materiale usato per l'incollaggio dovrà fornire una forza di adesione al supporto di almeno 0,40 kg. per millimetro di larghezza nella prova di strappo innescato con un angolo di 90°.

Il progetto dell'apparecchio dovrà essere tale che, anche durante la massima escursione, la piastra superiore dovrà sempre ricoprire interamente quella rivestita di PTFE.

a) *Pressioni ammissibili.*

Per le superfici di scorrimento orizzontali si ammetteranno le seguenti pressioni:

- con carichi permanenti, 30 N/mm² [300 Kg/cm²];
- con carico massimo, 45 N/mm² [450 Kg/cm²];

Per i listelli di guida, che saranno sempre senza tasche per il grasso, la pressione ammissibile sarà di 60 N/mm² [600 Kg/cm²]; se i carichi non agiscono in modo permanente.

In caso contrario verranno le limitazioni per le superfici di scorrimento orizzontali.

Per i rivestimenti delle calotte sferiche si ammetteranno le seguenti pressioni:

- con carichi permanenti, 17 N/mm² [170 Kg/cm²];
- con carico massimo 25 N/mm² [250 Kg/cm²]

b) *Cavità per il lubrificante di grasso al silicone.*

La profondità di questa cavità non potrà essere maggiore dello spessore di PTFE sporgente al di fuori dell'alloggiamento.

Nel calcolo delle pressioni sul PTFE la sua superficie verrà considerata interamente, senza escludere l'area delle cavità.

3. Coefficiente d'attrito.

L'Impresa dovrà fornire i diagrammi del coefficiente d'attrito, previsto per gli appoggi da essa forniti, al variare della pressione di contatto sul PTFE nelle peggiori condizioni di funzionamento prevedibile (indicativamente a -30°C e con movimenti a bassa velocità, conseguenti a fenomeni di dilatazione).

4. Parti in composizione saldata.

La Direzione lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso di elaborazione che ad opera finita, in conformità al D.M. 14 gennaio 2008.

Tali controlli saranno eseguiti presso gli Istituti designati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

5. Protezione anticorrosiva.

Tutte le parti meccaniche dovranno essere protette contro la corrosione.

Il ciclo dovrà rispettare le seguenti caratteristiche: sabbiatura a metallo bianco seguita da uno dei cicli di verniciatura contenuti nel punto "verniciature" del presente Capitolato.

Le superfici che dovranno venire a contatto col calcestruzzo saranno protette, finì al momento della messa in opera, con un film di materiale sintetico facilmente asportabile della messa in opera, oppure con altri idonei accorgimenti, tali da permettere la sistemazione in opera con superfici ancora esenti da ruggine e da altre sostanze tali da riprodurre l'aderenza acciaio/malta d'ancoraggio.

6. Antipolvere

Gli appoggi saranno dotati di completa protezione antipolvere realizzata con raschia polvere e soffietti in neoprene che si estenderanno per tutta l'escursione dell'apparecchio.

I fermi e i contrassegni degli appoggi, di cui ai successivi punti 3 e 4 (assemblaggio), dovranno essere visibili o ubicati all'esterno della protezione.

2.2.1.4 ASSEMBLAGGIO

1. Collegamenti provvisori.

Durante il trasporto ed il montaggio le parti mobili saranno tenute in posizione mediante collegamenti provvisori, da eliminare dopo la posa in opera.

A tal fine saranno evidenziati con colore diverso da quello dell'appoggio (per esempio giallo).

2. Pre-regolazione.

La pre-regolazione degli apparecchi sarà eseguita dall'Impresa al momento del collegamento alle strutture; i valori della pre-regolazione dovranno corrispondere a quelli precedentemente prescritti dalla Direzione Lavori.

3. Contrassegni.

Gli apparecchi saranno dotati di targhetta metallica con le seguenti indicazioni:

- nome dell'Impresa;
- tipo di apparecchio e sue funzioni (multidirezionale, fisso, ecc.);
- carico verticale di progetto;
- eventuale carico orizzontale di progetto;
- escursione longitudinale di progetto;
- eventuali altre indicazioni utili per la corretta posa in opera.

4. Riferimenti.

Gli apparecchi saranno dotati di riferimenti per il loro posizionamento.

In particolare, saranno indicati gli assi degli appoggi e la direzione di scorrimento longitudinale.

Gli apparecchi saranno inoltre dotati di scala graduata e di indice di misura per lo scorrimento.

2.2.1.5 POSA IN OPERA

1. Verifica delle sedi predisposte.

Prima di iniziare le operazioni di posa in opera, l'Impresa dovrà verificare a sua cura e spese le sedi predisposte nelle strutture sotto e soprastanti gli appoggi.

In particolare, sarà verificata l'orizzontalità della sede, che dovrà essere ripristinata dall'Impresa, a sua cura e spese, se presenterà difetti superiori alla tolleranza indicata nello 0,1% per ogni tipo di apparecchio.

In ogni caso le irregolarità eventualmente rilevate dovranno essere segnalate dall'Impresa alla Direzione dei Lavori per iscritto e prima dell'inizio della posa in opera.

In mancanza di tale comunicazione scritta, si intenderà che l'Impresa ha riscontrato la correttezza delle suddette predisposizioni.

2. Collegamento alla struttura e ripristino dell'orizzontalità

Gli appoggi dovranno essere adeguatamente collegati alle strutture sottostanti con zanche annegate nei getti ed opportunamente dimensionate per sopportare le massime forze trasversali previste.

Gli appoggi multidirezionali potranno anche essere fissati alle strutture sottostanti utilizzando resine, a condizione che siano dotati di rigature d'aggrappo al di sotto della piastra inferiore.

I collegamenti agli impalcati in acciaio potranno avvenire mediante bullonature o saldature utilizzando anche opportune contropiastre ancorate alla struttura.

È a carico dell'Impresa la realizzazione di tali collegamenti, con tutte le forniture, prestazioni ed oneri ad essa inerenti.

In funzione delle condizioni specifiche si potranno impiegare: iniezioni di resina, strati di conguaglio in resina o in malta di resina, in malta cementizia reoplastica (questi ultimi verranno impiegati per spessori superiori ai 5 cm) oppure tirafondi metallici, annegati preventivamente nelle strutture, o sigillati entro gli alloggiamenti appositamente precostituiti.

In casi particolari il collegamento potrà essere realizzato saldando l'apparecchio a contropiastre annegate nelle strutture.

In ogni caso il collegamento dovrà soddisfare i requisiti specificati nella distinta allegata.

Il metodo proposto dall'Impresa sarà sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori, la quale potrà eventualmente richiedere l'effettuazione preventiva di prove sperimentali a carico dell'Impresa.

Qualora le condizioni atmosferiche siano tali da richiedere, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, sistemi di riscaldamento, verrà riconosciuto un apposito sovrapprezzo.

2.3 DISPOSITIVI ANTISISMICI

2.3.1 Requisiti generali

I dissipatori, da installarsi sulle spalle, agiranno in direzione parallela all'asse del viadotto.

Dovranno consentire la realizzazione di un sistema di vincoli rigido al manifestarsi di fenomeni lenti ed azioni orizzontali pseudo-statiche. Al tempo stesso, al manifestarsi di forze impulsive, quali l'azione sismica, assumeranno comportamento plastico, fornendo quindi elevato smorzamento, e consentendo il controllo, entro i valori di progetto, dei movimenti relativi in senso longitudinale fra la struttura e le spalle.

Essi si distinguono in dispositivi di tipo:

- rigido-plastico: realizzano un vincolo rigido al manifestarsi di fenomeni lenti ed assorbono le azioni sismiche longitudinali;
- termo-plastico: consentono gli spostamenti longitudinali derivanti da azioni applicate in modo pressochè statico e sono capaci, invece, di assorbire le azioni impulsive longitudinali.

I dispositivi risultano costituiti essenzialmente da un cilindro in cui alloggia un pistone a tenuta, portato da uno stelo passante, che crea due distinte camere riempite con olio idraulico resistente all'invecchiamento e con esclusione di qualsiasi altro tipo di fluido. I dispositivi termo-plastici, in particolare, sono dotati di un circuito idraulico, munito di

valvole a foro calibrato e di sovrappressione, che consente il passaggio del fluido in regime laminare bloccandolo quando intervengono condizioni di moto turbolento.

I dissipatori antisismici dovranno essere costruiti in conformità alle norme tecniche previste dal D.M. 14/01/2008 “Norme tecniche per le costruzioni”, nonché dalle norme CNR 10011 e la circolare n° 2357 del Min. LL. PP..

I dispositivi dovranno essere muniti di una targhetta metallica di identificazione sulla quale dovranno essere riportati:

- nome del fabbricante e anno di produzione;
- modello;
- massima spinta assorbibile;
- entità della corsa dell'apparecchio mobile con un riscontro di riferimento per la verifica di funzionamento in corso di esercizio.

2.3.2 Protezione delle parti metalliche

Gli apparecchi dovranno essere provvisti di un rivestimento protettivo sulle superfici soggette ad aggressione chimica e fotochimica.

2.3.3 Posa in opera

Il collegamento dei dispositivi di ritegno con l'impalcato e le sottostrutture dovrà essere realizzato in modo che sia garantita la possibilità di una agevole ispezione, relativa manutenzione (verniciatura) ed eventuale sostituzione, che dovrà avvenire senza dover sollevare l'impalcato e senza alcuna limitazione all'esercizio.

2.4 GIUNTI DI DILATAZIONE

Verranno impiegati particolari dispositivi intesi ad assicurare la protezione dei giunti all'uopo predisposti e tali da garantire la perfetta impermeabilità della struttura ed impedire il passaggio delle acque al di sotto della soletta/lastra d'impalcato.

I giunti dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. 14/01/2008 “Norme tecniche per le costruzioni”.

Oltre alla fornitura e posa in opera restano a carico dell'Impresa gli oneri di assistenza alla posa in opera, tra i quali in particolare vengono espressamente indicati le seguenti operazioni:

- magazzino e guardiania degli apparecchi fino al loro fissaggio definitivo;
- tutte le predisposizioni necessarie per consentire il collegamento fra gli apparecchi di giunto e le strutture, quali in particolare:
 - l'adattamento dei casseri;
 - le cavità da predisporre nelle strutture per l'ancoraggio di zanche e tirafondi, anche con la predisposizione di armature in attesa;
 - la posa in opera di profilati metallici ed altri manufatti annegati nel calcestruzzo, con le relative zanche di ancoraggio;

Qualora la Direzione dei Lavori ritenga, a suo insindacabile giudizio, di consentire il traffico di cantiere o di esercizio, sugli impalcati prima del completamento dei giunti, l'Impresa dovrà provvedere alla sistemazione provvisoria degli stessi, con getti di malta bastarda, con piastre di protezione e quant'altro ordinato dalla Direzione Lavori.

Tutte le suddette predisposizioni dovranno essere verificate dalla Direzione dei Lavori, che avrà facoltà di prescrivere la rettifica e l'adattamento.

L'Impresa dovrà tener conto, nei propri programmi di lavori, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e montaggio degli apparecchi di giunto oltre che per tutte le predisposizioni sopraindicate.

Tutti gli oneri relativi alle operazioni sopra dette sono compresi e compensati nei corrispondenti prezzi di Elenco.

2.5 DISPOSITIVI PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE DAGLI IMPALCATI DELLE OPERE D'ARTE

Tali dispositivi verranno eseguiti dall'Impresa in conformità alle indicazioni di progetto esecutivo ed alle disposizioni della Direzione Lavori.

Detti dispositivi dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

I relativi oneri saranno compensati con i corrispondenti prezzi di elenco.

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche dall'impalcato del ponte deve essere tale da evitare ristagni sulla sede stradale; deve drenare le acque di pavimentazione ed allontanarle dall'opera senza percolazioni e/o stillicidi sulle strutture sottostanti.

Esso consiste essenzialmente in una rete di pluviali ubicati secondo i disegni di progetto.

I pluviali avranno il diametro e la collocazione indicati nella tavola di progetto.

Ciascun pluviale è composto da:

- bocchettone in materiale plastico, sigillato con resina epossidica alla soletta dell'impalcato;
- griglia di scarico in acciaio zincato a caldo, posta a protezione del pluviale a quota tale da poter captare le acque meteoriche provenienti dalla pavimentazione;
- tubazione in acciaio inox, per il convogliamento delle acque.

Il bocchettone, di dimensioni e spessore indicati in progetto, al quale è affidata la funzione di raccolta ed evacuazione delle acque scorrenti sull'impalcato, deve assicurare anche lo scarico delle acque di drenaggio e di emungimento dagli strati di conglomerato bituminoso.

Dovrà essere costituito da una parte tubolare eduttiva saldata in pezzo unico ad una piastra direttamente poggiata sull'estradosso della soletta in acciaio, regolarmente stuccata con stucchi epossidici, al di sopra della quale è distesa la impermeabilizzazione e successivamente la pavimentazione stradale.

La parte tubolare eduttiva dovrà sporgere dall'intradosso della soletta di 15 cm e ad essa dovrà essere infilato e fissato un tubo in acciaio inox AISI 304 di dimensioni e spessori indicati in progetto, che andrà a raccordarsi con una tubazione principale, sempre in acciaio inox fissata all'impalcato. Tale tubazione dovrà essere portata lungo tutto l'impalcato alle pile e qui scendere fino a terra, sempre facendo in modo che non si abbia stillicidio su eventuali strutture sottostanti.

Detti tubi saranno collegati all'opera con collari e zanche di acciaio inossidabile AISI 304; il tubo non dovrà scorrere entro il collare; ciò si otterrà con guarnizione in neoprene o altri accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori.

La griglia di scarico avrà dimensioni come indicate in progetto e sarà conforme alle norme UNI - EN 124.

Allo stesso modo dovranno essere trattati gli scarichi dei dispositivi di drenaggio dei giunti di dilatazione.

La fornitura e posa del sistema di smaltimento comprende inoltre gli oneri per il raccordo della griglia alla pavimentazione con conglomerato bituminoso drenante, a freddo steso a mano, i pezzi speciali quali raccordi semplici o a doppia curva, le curve e relativi bocchettoni completi di piastre e gambi ed ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte secondo quanto riportato nelle tavole di progetto e le indicazioni fornite dalla Direzione dei Lavori.

2.6 GRIGLIE PEDONABILI

Saranno in pannelli di grigliato elettropressato in acciaio FE 360 B – S235JR (UNI EN 10025/95) costituiti da longherine portanti e distanziali in acciaio zincato a caldo, aventi Maglia mm 22x66, longherina portante in piatto mm 80x4, e dovranno essere conformi a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche vigenti per una carico utile di 400 daN/m².

Cornici di bordatura in piatto mm 80x4 con bugna continua saldate al pannello mediante procedimento di elettrosaldatura.

Trattamento protettivo dei pannelli mediante zincatura a caldo secondo la Norma Europea EN ISO 1461 febbraio 1999.

L'impresa dovrà sottoporre alla direzione dei lavori la scheda tecnica del prodotto scelto per la necessaria approvazione con l'indicazione della carico utile che non dovrà essere inferiore a 400 daN/m².

Dovrà essere inoltre trasmessa alla Direzione dei Lavori tutta la documentazione di accompagnamento della fornitura prevista dalla Normativa vigente per le strutture metalliche.

2.7 PARAPETTI

E' prevista la posa in opera di parapetti in acciaio zincato a caldo e verniciato, con il medesimo ciclo previsto per l'impalcato metallico, costituiti da montanti disposti ad interasse 200 cm, corrimano orizzontale posto ad altezza regolamentare (min. 100 cm), fascia inferiore di altezza min. 50 cm e tondi pieni intermedi come da progetto.

L'acciaio da utilizzare per le strutture metalliche sarà del tipo EN10025 S355J0 e dovrà avere caratteristiche chimiche, meccaniche e tecnologiche corrispondenti a quanto previsto dalle Norme UNI EN 10025. In particolare l'acciaio impiegato dovrà essere saldabile.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova e le condizioni di fornitura dei materiali sono quelle previste dalla norma UNI EN 10025 e dal D.M. 14/01/2008.

La fornitura e posa comprenderà il fissaggio alle piastre in acciaio saldate alla soletta dell'impalcato come indicato nelle tavole di progetto.

L'impresa è tenuta a fornire alla Direzione dei Lavori la documentazione di accompagnamento della fornitura relativa alle prove sui materiali eseguite in officina.

3.0 SPECIFICA DI CONTROLLO

3.1. Disposizioni generali

La seguente specifica si applica ai vari tipi di ponti, viadotti e sottovia ricadenti all'interno dell'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

Le opere in oggetto sono costituite da:

- manufatti realizzati in conglomerato cementizio, posti in opera in particolari condizioni e con accorgimenti peculiari;
- opere finite accessorie (pali, pozzi di fondazione; etc.);
- manufatti realizzati in strutture metalliche specifici di questo tipo di realizzazioni.

Per i controlli di alcune classi di lavoro, si farà riferimento alle corrispondenti sezioni del presente Capitolato, per le lavorazioni, i materiali, le parti d'impianto, la posa in opera, non compresi nelle specifiche di cui sopra si farà riferimento ad integrazione delle citate specifiche, alle prescrizioni contenute nei successivi paragrafi.

3.2 SPALLE E PILE

Per quanto riguarda i controlli per la loro realizzazione, in opera e fuori opera si dovrà fare riferimento alla specifica "calcestruzzi" del presente Capitolato.

3.3 IMPALCATI E OPERE ACCESSORIE E COMPLEMENTARI IN ACCIAIO

Questa tipologia di opere comprende sia le strutture portanti che i bulloni e le saldature necessarie per l'accoppiamento delle varie parti.

3.3.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per le opere in oggetto si utilizzeranno tutti i materiali indicati nelle specifiche di progetto, e nel Capitolato di Costruzione.

Questi materiali debbono soddisfare i requisiti richiesti nella Normativa Tecnica di cui al D.M. 14/01/2008, nonché quanto indicato nei corrispondenti punti della presente sezione.

L'Impresa deve quindi provvedere all'approvvigionamento dei suddetti materiali presso fornitori qualificati ed in grado di fornire gli stessi in accordo alle norme e specifiche sopra citate.

I materiali forniti debbono essere corredati dalla apposita certificazione richiesta nelle norme citate, o da certificati di prove di laboratorio sui lotti di materiale fornito, in alternativa ai precedenti, come di seguito dettagliato.

3.3.2. CONTROLLI SUI MATERIALI

Il controllo della rispondenza dei materiali alle prescrizioni del contratto è demandato al fornitore.

All'atto della ricezione dei materiali in cantiere, si dovrà verificare che siano corredati di tutta la certificazione richiesta dal presente Capitolato e dalla normativa di legge.

I materiali debbono infatti pervenire dal fornitore accompagnati dalla loro certificazione di qualità in accordo alle prescrizioni del D.M. 14/01/2008 "norme tecniche per le costruzioni" ed alle norme UNI qui di seguito citate:

a) profilati, piatti, larghi piatti e lamiere: per questi materiali, destinati alla costruzione di pezzi saldati, ogni lotto di fornitura deve essere corredato da certificazione della composizione chimica e delle prove meccaniche richieste nel Capitolato e nelle norme:

- UNI 7070/82- per le caratteristiche meccaniche e di disossidazione;
- UNI 7937 per il coefficiente di strizione;
- UNI 5329 per il controllo ultrasonoro.

b) materiali vari per elementi non saldati: lamiere strigliate, grigliati.

La certificazione accompagnatoria di ogni lotto deve essere conforme alle Norme UNI 7070/82.

c) bulloneria: ogni lotto deve essere accompagnato da certificazione in accordo alle norme:

- UNI 3740 e UNI 7845, per le prove di controllo dimensionale, durezza (HRC), carico di rottura, snervamento;
- UNI 3740 per la resilienza.

Le prove non distruttive saranno eseguite su un campione pari al 5% del lotto sottoposto a collaudo.

Le prove distruttive saranno effettuate su un campione pari al 1 % del lotto.

La frequenza delle prove per i materiali in acciaio sarà la seguente:

- prodotti qualificati secondo D.M. 14/01/2008 “Norme tecniche per le costruzioni” serie di prove ogni 60 t, provenienti da una stessa colata;
- prodotti non qualificati: prove ultrasoniche lungo la superficie dei pezzi oltre alle prove meccaniche e chimiche in accordo alle norme, da eseguire in ragione di 3 serie per ogni 20 t, provenienti dalla stessa colata.

Per tutti gli altri materiali il numero di prove da seguire è quello fissato dalle norme citate.

La certificazione dei controlli sui materiali farà parte della documentazione da consegnare alla DL.

3.3.3 CONTROLLI

3.3.3.1. Controlli preliminari all’inizio delle lavorazioni

L’Impresa deve, sulla base del progetto e delle prescrizioni tecniche sulla lavorazione ed il montaggio:

- redigere un piano di lavorazione sulla base del progetto esecutivo e del Capitolato,
- definire le modalità di assemblaggio dei cassoni e delle strutture reticolari.

Il tutto verrà inviato alla D.L. per approvazione, allegando la suddetta documentazione.

Dopo le suddette positive verifiche la D.L. darà il suo benestare all’inizio delle lavorazioni.

L’Impresa è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell’arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio.

L’Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori.

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l’Impresa dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d’officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi di cui al precedente titolo "Generalità");
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina.

La Direzione Lavori dovrà inoltre procedere alla verifica del controllo del peso delle reazioni vincolari.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

In particolare l'Impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione.

Possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;

- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare.

I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;

- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore) per quanto applicabile e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni 14/01/2008.

Entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;

- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri: D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 mm;
- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per l'intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spirale del filetto rimanga compresa nel foro;
- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati contro-dadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

3.3.3.2. Controlli in fase di costruzione

I controlli in fase di costruzione sono dei tipi seguenti:

Controlli dimensionali e di posizionamento

Questo tipo di controllo deve essere eseguito prima di ogni fase di lavoro che preveda lavorazioni o messa in opera di profilati, lamiere e ogni altro tipo di componente come specificato nei disegni di progetto.

Controlli sulle saldature

Le saldature dovranno essere effettuate con le modalità prescritte al punto 2.2.c della presente sezione del Capitolato.

La loro esecuzione deve essere comunque progettata, programmata ed effettuata in accordo alla seguente normativa:

- Legge 1086 del 5/11/1971 per quanto applicabile e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni 14/01/2008

Il piano di controllo delle saldature dovrà seguire le specifiche prescritte da Ente di controllo certificato (quale ad esempio l'Istituto Italiano della Saldatura) nonché le specifiche del presente Capitolato e del Direttore dei Lavori, e potrà seguire le seguenti indicazioni:

- piena e travi principali di altezza ridotta, le saldature di testa dovranno essere radiografate al 100 %;
- longitudinali di testa nella lamiera di fondo del cassone;
- trasversali di testa nella lamiera di fondo del cassone e nelle relative nervature longitudinali, se realizzate in corrispondenza delle travi trasversali sottostanti; concetti terminali di travi a parete piena a via inferiore, qualora

sia prevista una riduzione di altezza delle stesse in prossimità degli appoggi;

Essi non potranno comunque essere inferiori ad un controllo radiografico sul 20% delle saldature ed ad ultrasuoni sul restante 80%.

Controllo sul serraggio dei bulloni

Il serraggio dei bulloni dovrà essere effettuato con le modalità operative illustrate al punto 2.2.c della presente sezione del Capitolato.

Il controllo dei nodi bullonati avverrà con le seguenti modalità:

- Si marcherà dado e vite del bullone serrato per identificare la loro posizione rispetto al coprigiunto;
- Si allenterà il dado con una rotazione di almeno 60°;
- Si rinserrerà il dado verificando che l'applicazione della coppia prescritta lo riporti nella posizione originaria.

Si verificherà con la procedura sopra descritta che la coppia di serraggio di almeno il 10 % dei bulloni del giunto sia corretta (con un minimo di quattro bulloni per unione bullonata), scegliendo i bulloni da verificare in modo da interessare in maniera regolare tutta l'estensione del giunto stesso.

Nel caso in cui anche un solo bullone del giunto fosse mal serrato, si dovrà procedere a ricontrollare tutti i bulloni.

Prima delle prove di carico si dovrà procedere, dopo preventiva comunicazione alla D.L., alla ripresa delle coppie di serraggio per tutti i bulloni della struttura.

Controllo delle frecce d'inflessione e corretta posa in opera dei manufatti.

Alcuni tipi di travatura potranno essere costruite con contrefrecce di montaggio.

Le frecce in oggetto dovranno essere controllate per ogni trave posta in opera e registrate su apposito registro.

Controllo sui rivestimenti e verniciature

Il controllore dovrà verificare visivamente lo stato generale delle verniciature e prendere di conseguenza le opportune azioni per il ripristino delle stesse.

3.3.4 CONTROLLI IN FASE DI ASSEMBLAGGIO E POSA IN OPERA

3.3.4.1. IMPALCATI IN ACCIAIO

L'Impresa sarà tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio.

L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori.

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Impresa dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi di cui al precedente titolo "Generalità");
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è pre-scritto il premontaggio in officina.

La Direzione Lavori dovrà inoltre procedere alla verifica del controllo del peso delle reazioni vincolari.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

In particolare l'Impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione.

Possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;

- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare.

I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;

- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco forochiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n. 1086 per quanto applicabili e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni 14/01/2008. Entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;
- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri: D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 mm;
- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per l'intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spirale del filetto rimanga compresa nel foro;
- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati contro-dadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9. L'Impresa deve preparare il "Piano di sollevamento/varo" dell'impalcato, con l'elencazione delle caratteristiche e tipologia delle attrezzature da impiegare.

Questo Piano operativo sarà presentato alla D.L. per approvazione.

Dopo l'approvazione e prima della fase di montaggio dell'impalcato, l'Impresa dovrà dare comunicazione alla D.L. della data di inizio dei lavori.

3.3.4.2. PILE PER VIADOTTI

Per quanto riguarda i controlli per la loro realizzazione, in opera e fuori opera si dovrà fare riferimento alla specifica "calcestruzzi" del presente Capitolato.

3.4 APPARECCHI DI APPOGGIO

Premesso che gli apparecchi di appoggio ed i coprigiunti dovranno essere del tipo omologato ed approvato dalla committente, la presente procedura di controllo fa' riferimento alla documentazione di tipo contrattuale nonché a tutta la documentazione di progetto quale disegni, specifiche tecniche ecc.

3.4.1 CONTROLLI SULLE FORNITURE E SUI MATERIALI

3.4.1.1. CONTROLLI DEGLI APPARECCHI D'APPOGGIO

Si dovrà controllare, in sede di posa in opera, che ogni apparecchio fornito sia dotato della documentazione di verifica e controllo del produttore.

3.4.1.2. CONTROLLI DELLA POSA IN OPERA DEGLI APPARECCHI D'APPOGGIO

La posa in opera avverrà secondo le indicazioni riportate al punto 2.4.1.5 della presente Sezione.

Le verifiche di posa in opera, sdraino effettuate dall'Impresa, in contraddittorio con la DL, per ogni lotto di appoggi relativi ad una singola opera d'arte.

I controlli riguarderanno, oltre a quanto riportato nel predetto punto:

- verifica dell'esistenza del disegno di posa in opera;
- verifica del posizionamento dell'apparecchio, in conformità al disegno di posa;
- planarità delle superfici di appoggio, in modo che i piani di scorrimento degli appoggi siano orizzontali;
- parallelismo dei piani di scorrimento, nel caso in cui sullo stesso asse di appoggio vi siano più apparecchi mobili;
- verifica della pre-regolazione della corsa.

3.5 IMPERMEABILIZZAZIONE

Prima di procedere alle operazioni di posa in opera delle impermeabilizzazioni, l'Impresa dovrà presentare alla D.L. la documentazione relativa alle certificazioni delle prove di prequalifica, in accordo a quanto indicato nel Capitolato ed a quanto riportato nel successivo punto.

La documentazione dovrà essere trasmessa alla D.L. prima della messa in opera dell'impermeabilizzazione.

3.5.1 PROVE DI ACCETTAZIONE

Tali prove saranno effettuate in sede di prequalifica, e durante la posa in opera per ogni 4000 m² di manto realizzato con il minimo di almeno 1 prova per ogni opera.

Tali prove potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere.

3.5.2 CONTROLLI IN POSA IN OPERA

Durante le fasi di posa in opera che avverrà secondo le indicazioni riportate nella presente sezione del Capitolato, si dovranno effettuare i controlli di seguito riportati.

Gli esiti e le certificazioni di queste verifiche dovranno essere riportati in apposito registro,

A) Manti di mastice di asfalto sintetico

- verifica delle condizioni ambientali;
- verifica della pulizia delle superfici di applicazione;
- verifica della omogeneità di distribuzione del mastice;
- verifica delle certificazioni, di cui al corrispondente punto per i materiali impiegati;
- verifica degli spessori della membrana;
- verifica della miscela alla composizione prevista.

B) Manti in guaine bituminose preformate armate

- verifica delle condizioni ambientali;
- verifica della pulizia e regolarizzazione delle superfici delle superfici di applicazione;
- verifica della omogeneità di distribuzione del primer;
- verifica delle certificazioni, di cui al corrispondente punto per i materiali impiegati;
- verifica degli spessori della membrana.

|

ART. 12

- PAVIMENTAZIONI -

INDICE

- 1.0. Generalità
- 1.1 STRATI DI FONDAZIONE
 - 1.1.1 Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato
 - 1.1.1.1 Fondazione eseguita con materiale proveniente da cava, da scavi o da depositi
 - 1.1.1.2 Modalità esecutive
 - 1.1.2 Fondazione in misto cementato confezionato in centrale
 - 1.1.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare
 - 1.1.2.1.1 Inerti
 - 1.1.2.1.2 Legante
 - 1.1.2.1.3 Acqua
 - 1.1.2.1.4 Studio della miscela in laboratorio
 - 1.1.2.1.5 Modalità esecutive
 - 1.1.2.1.5.1 Confezione delle miscele
 - 1.1.2.1.5.2 Posa in opera
 - 1.1.2.1.5.3 Protezione superficiale
 - 1.1.2.1.5.4 Requisiti di accettazione
 - 1.1.3 Drenaggi Subsuperficiali
- 1.2 STRATO DI BASE
 - 1.2.1 Generalità
 - 1.2.1.1 Inerti.
 - 1.2.1.2 Legante.
 - 1.2.1.3 Miscela
 - 1.2.1.4 Formazione e confezione delle miscele.
 - 1.2.1.5 Posa in opera delle miscele.
- 1.3 STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA
 - 1.3.1 Generalità
 - 1.3.1.1 Inerti
 - 1.3.1.2 Legante
 - 1.3.1.3 Miscele
 - 1.3.1.4 Controllo dei requisiti di accettazione.
 - 1.3.1.5 Formazione e confezione degli impasti
 - 1.3.1.6 Attivanti l'adesione
 - 1.3.1.7 Conglomerato bituminoso drenante per strati di usura
 - 1.3.1.7.1 Inerti
 - 1.3.1.7.2 Legante
 - 1.3.1.7.3 Miscela
 - 1.3.1.7.4 Confezione e posa in opera del conglomerato
- 1.4 TRATTAMENTI SUPERFICIALI
 - 1.4.1 Generalità
 - 1.4.1.1 Trattamento con emulsione a freddo
 - 1.4.1.2 Trattamento con bitume a caldo
 - 1.4.1.3 Trattamento a caldo con bitume liquido.
- 1.5 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI
- 1.6 FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE
- 1.7 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE

- 1.7.1 Generalità
 - 1.7.1.1 Inerti
 - 1.7.1.2 Legante
 - 1.7.1.3 Miscela
 - 1.7.1.4 Formazione e confezione delle miscele.
 - 1.7.1.5 Posa in opera delle miscele.
- 1.8 MICROTAPPETI A FREDDO
 - 1.8.1 Generalità
 - 1.8.1.1 Inerti
 - 1.8.1.2 Additivi
 - 1.8.1.3 Miscele
 - 1.8.1.4 Malta bituminosa
 - 1.8.1.5 Composizione e dosaggi della miscela
 - 1.8.1.6 Acqua
 - 1.8.1.7 Confezionamento e posa in opera
- 1.9 MICROTAPPETI A FREDDO CON INERTI CHIARI NATURALI O ARTIFICIALI DA IMPIEGARE IN GALLERIA
 - 1.9.1 Generalità
 - 1.9.1.1 Materiali chiari naturali
 - 1.9.1.2 Materiali artificiali chiari.
 - 1.9.1.3 Modalità esecutive
- 1.10 PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA
 - 1.10.1 Materiali.
 - 1.10.2 Posa in opera
 - 1.10.3 Sigillature dei giunti
- 1.11 Cordoli

2.0 SPECIFICA DI CONTROLLO

- 2.0.1 Disposizioni generali
- 2.1 STRATI DI FONDAZIONE
 - 2.1.1 Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato
 - 2.1.1.1 Prove di laboratorio
 - 2.1.1.2 Prove di controllo in fase esecutiva
 - 2.1.1.2.1 Prove di laboratorio
 - 2.1.1.2.2 Prove in sito
 - 2.1.2 Fondazione in misto cementato confezionato in centrale
 - 2.1.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare
 - 2.1.2.1.1 Inerti
 - 2.1.2.1.2 Legante
 - 2.1.2.1.3 Acqua
 - 2.1.2.1.4 Studio della miscela in laboratorio
 - 2.1.3 Drenaggi subsuperficiali
- 2.2 STRATO DI BASE
 - 2.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare
 - 2.2.1.1 Inerti
 - 2.2.1.2 Legante
 - 2.2.1.3 Studio della miscela in laboratorio
 - 2.2.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva

- 2.2.1.5 Prove di laboratorio
- 2.2.1.6 Prove in sito
- 2.3 STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA
- 2.3.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare
 - 2.3.1.1 Inerti
 - 2.3.1.2 Legante
 - 2.3.1.3 Studio della miscela in laboratorio
 - 2.3.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva
 - 2.3.1.5 Prove di laboratorio
 - 2.3.1.6 Prove in sito
- 2.4 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE
- 2.5 MICROTAPPETI A FREDDO
- 2.5.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare
 - 2.5.1.1 Inerti
 - 2.5.1.2 Legante
 - 2.5.1.3 Studio della miscela in laboratorio
 - 2.5.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva
 - 2.5.1.5 Prove di laboratorio
 - 2.5.1.6 Prove in sito
- 2.6 MICROTAPPETI A FREDDO CON INERTI CHIARI NATURALI O ARTIFICIALI DA IMPIEGARE IN GALLERIA
- 2.6.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare
 - 2.6.1.1 Inerti
 - 2.6.1.2 Legante
 - 2.6.1.3 Studio della miscela in laboratorio
 - 2.6.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva
 - 2.6.1.5 Prove di laboratorio
 - 2.6.1.6 Prove in sito
- 2.7 PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA
- 2.7.1 Materiali.
- 2.7.2 Posa in opera
- 2.7.3 Sigillature dei giunti
- 2.8 Cordoli
- 2.9 GRIGLIATO PREFABBRICATO PER PAVIMENTAZIONI

1.0 GENERALITA'

In linea generale, salvo diversa disposizione della DL, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2.5%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0.50.

Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2.5 %. Per le sedi unidirezionali delle autostrade, nei tratti in rettilineo, si adotterà di norma la pendenza trasversale del 2%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con la pendenza prevista da progetto in accordo con la DL, in funzione del raggio di curvatura e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettifili o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dal progetto in accordo con la DL, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio eseguite.

I materiali, le terre, impiegati nella realizzazione della sovrastruttura, nonché la loro provenienza dovranno soddisfare le prescrizioni riportate in questa sezione.

La DL potrà ordinare ulteriori prove su detti materiali, presso il Laboratorio del Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altri Laboratori Ufficiali.

In cantiere dovranno essere attrezzati dei laboratori, con personale qualificato, nei quali eseguire le prove di routine per l'identificazione delle richieste caratteristiche.

L'approvazione della DL circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la riuscita del lavoro.

L'Impresa dovrà curare di garantire la costanza della massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente imposto dai punti seguenti, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto più di 5 mm, controllata a mezzo di un regolo lungo 4.00 m disposto secondo due direzioni ortogonali. Gli spessori indicati in progetto debbono intendersi valori minimi rispetto ai quali non è ammessa tolleranza. L'impresa appaltatrice dovrà di conseguenza regolare le apparecchiature di stesa in modo da tenere conto della precisione di regolazione delle stese.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre all'usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti.

Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

Di norma la pavimentazione stradale sul ponte deve essere tale da non introdurre apprezzabili variazioni di continuità rispetto alla strada nella quale il ponte è inserito.

Pertanto, in linea di massima, nel caso di sovrastrutture di tipo "flessibile", salvo casi particolari, sul ponte devono proseguire gli strati superiori di pavimentazione in conglomerato bituminoso. L'anzidetta pavimentazione deve presentare pendenza trasversale minima non inferiore al 2.5%.

Il conglomerato bituminoso deve presentare una percentuale di vuoti particolarmente bassa onde ridurre i pericoli di permeazione e saturazione d'acqua nella pavimentazione, facilitate dalla presenza della sottostante impermeabilizzazione, aventi idonee caratteristiche tecniche costruttive.

1.1 STRATI DI FONDAZIONE

1.1.1 - Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato

La fondazione è costituita da miscele di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tali miscele (trattenuto al setaccio 2 UNI) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

La fondazione potrà essere formata da materiale idoneo pronto all'impiego oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione o in sito.

Lo spessore della fondazione sarà conforme alle indicazioni di progetto e/o dalla Direzione Lavori, e verrà realizzato mediante sovrapposizione di strati successivi.

1.1.1.1 Fondazione eseguita con materiale proveniente da cava, da scavi o da depositi

L'Impresa dovrà presentare certificati di qualità attestanti le caratteristiche del materiale proposto e la rispondenza ai requisiti di seguito espressi.

Il materiale da impiegare, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, dovrà rispondere alle caratteristiche previste nella Tabella n.1 per categoria di traffico "P", della norma C.N.R. BU. 139/92 i cui requisiti principali seguenti sono:

- a) dimensioni non superiori a 63 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

| Serie crivelli e setacci UNI | Passante % totale in peso |
|---------------------------------|------------------------------|
| crivello 63 | 100 |
| crivello 40 | 75 - 100 |
| crivello 25 | 60 - 87 |
| crivello 10 | 35 - 67 |
| crivello 5 | 25 - 55 |
| setaccio 2 | 15 - 40 |
| setaccio 0,4 | 7 - 22 |
| setaccio 0,075 | 2 - 10 |

- c) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- d) limite liquido $W_L \leq 25\%$
- e) limite plastico non determinabile (ND)
- f) indice di plasticità non determinabile (ND)
- g) perdita in peso alla prova Los Angeles (C.N.R. 34 - 1973) eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- h) equivalente in sabbia (C.N.R. 27 - 1972) misurato sulla frazione passante al setaccio 4 mm compreso tra 40 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).
Tale controllo dovrà essere eseguito anche sul materiale prelevato dopo costipamento.
- i) indice di portanza CBR (C.N.R. - UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 60.
inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 1,5\%$ rispetto all'umidità ottima di costipamento.
Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a), b), d), e), salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 - 35;
- j) Prova di costipamento delle terre, con energia AASHO modificata (C.N.R. 69 - 1978).
Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, mediante prove di laboratorio sui campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione Lavori a tempo opportuno, prima dell'inizio delle lavorazioni.

L'Impresa dovrà indicare per iscritto il tipo di lavorazione che intende adottare ed il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno accertati dalla Direzione Lavori con controlli sia preliminari che in corso d'opera.

In quest'ultimo caso verrà prelevato il materiale in sito già miscelato, prima e dopo il costipamento.

Per il materiale proveniente da cave l'impresa dovrà indicare le fonti di approvvigionamento e la Direzione Lavori si riserva di accertarne i requisiti di accettazione mediante controlli sia in cava che in corso d'opera con le modalità sopra specificate.

Il materiale, qualora la Direzione Lavori ne accerti la non rispondenza anche ad una sola delle caratteristiche richieste, non potrà essere impiegato nella lavorazione e se la stessa Direzione Lavori riterrà, a suo insindacabile giudizio, che non possa essere reso idoneo mediante opportuni interventi correttivi da effettuare a cura e spese dell'Impresa, dovrà essere allontanato dal cantiere.

1.1.1.2 Modalità esecutive

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

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 30 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo il costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivo spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

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

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere, verranno accertate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (C.N.R. 69 – 1978) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al crivello 25 (AASHTO T 180-57 metodo D).

Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di mm 25, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$dr = \frac{di \cdot Pc (100 - x)}{100 Pc - x di}$$

dr = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in laboratorio;

di = densità della miscela intera;

Pc = Peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

X = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a mm 35, compresa tra il 25% e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine x dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al crivello UNI 25 mm).

Il valore del modulo di deformazione (C.N.R. 146 – 1992), al primo ciclo di carico, nell'intervallo compreso fra 0,15 - 0, 25 MPa non dovrà essere inferiore a 80 MPa.

In caso contrario l'impresa, a sua cura e spese dovrà adottare tutti i provvedimenti atti al raggiungimento del valore prescritto, non esclusa la rimozione ed il rifacimento dello strato.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4,00 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Per lo spessore dello strato vale quanto detto in 1.0 Generalità. L'Impresa a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

Sullo strato di fondazione, compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, tra le due fasi di lavori un intervallo di tempo troppo lungo, che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento, di asportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere o dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

1.1.2 Fondazione in misto cementato confezionato in centrale

Il misto cementato per fondazione o per base sarà costituito da una miscela di aggregati lapidi, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in unico strato dello spessore indicate in progetto e comunque non dovrà mai avere uno spessore finito superiore ai 20 cm o inferiore ai 10 cm.

1.1.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare

1.1.2.1.1 Inerti

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli aggregati.

La Direzione Lavori potrà autorizzare l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a sette giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,75 mm.

Gli inerti dovranno avere i seguenti requisiti:

- a) dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme (C.N.R. 23 - 1971):

| Serie crivelli e setacci UNI | Passante totale in peso |
|---------------------------------|----------------------------|
| crivello 40 | 100 |
| crivello 30 | 80 - 100 |
| crivello 25 | 72 - 90 |
| crivello 15 | 53 - 70 |
| crivello 10 | 40 - 55 |
| crivello 5 | 28 - 40 |
| setaccio 2 | 18 - 30 |
| setaccio 0,4 | 8 - 18 |
| setaccio 0,18 | 6 - 14 |
| setaccio 0,075 | 5 - 10 |

- c) perdita in peso alla prova Los Angeles (C.N.R. 34 - 1973) non superiore al 30% in peso;
- d) equivalente in sabbia (C.N.R. 27 - 1972) compreso fra 30 - 60;
- e) indice di plasticità (C.N.R. UNI 10014) non determinabile (materiale non plastico).

1.1.2.1.2 Legante

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno). A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2, 5% ed il 3,5% sul peso degli aggregati asciutti.

E' possibile sostituire parzialmente il cemento con cenere di carbone del tipo leggero di recente produzione: orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento.

La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche scaturirà da apposite prove di laboratorio da effettuare a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori.

Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

1.1.2.1.3 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 (C.N.R. 69 - 1978) con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate di seguito.

1.1.2.1.4 Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, dovranno essere stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (C.N.R.-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); 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 e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17,78 cm.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere 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 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 alla norma AASHTO modificato, con 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51+0,5 mm, peso pestello 4,535+0,005 Kg, altezza di caduta 45,7 cm).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 293 K); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

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

I provini dovranno avere resistenza a compressione a 7 giorni non minore di 2,5 MPa e non superiore a 4,5 MPa, ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" (C.N.R. 97 - 1984), non inferiore a 0,25 MPa.

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7,5 MPa (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze da confrontare con quelle di progetto e da usare come riferimento nelle prove di controllo.

1.1.2.1.5 Modalità esecutive

1.1.2.1.5.1 Confezione delle miscele

Le miscele dovranno essere confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

La dosatura degli aggregati dovrà essere effettuata sulla base di almeno 4 classi con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La zona destinata all'ammannimento degli aggregati sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

1.1.2.1.5.2 Posa in opera

La miscela dovrà essere stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate nell'ordine con le seguenti attrezzature:

- rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t;
- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 bar e carico di almeno 18 t.

Potranno essere impiegati in alternativa, previo benestare della Direzione Lavori, rulli misti vibranti-gommati rispondenti alle caratteristiche di cui sopra.

In ogni caso l'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento dovranno essere verificate preliminarmente dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale delle miscele messe a punto.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 273 K e superiori a 298 K e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, potrà essere consentita la stesa a temperature tra i 298 e i 303 K. In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezionamento al luogo di impiego (ad esempio con teloni), sarà inoltre necessario provvedere ad un abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato.

Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 288 e 291 K ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa dell'ambiente non scenda al di sotto del 15% in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le 2 h per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali, che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile.

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 della stesa; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo da ottenere una parete verticale.

Non dovranno essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Il transito di cantiere potrà essere 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.

1.1.2.1.5.3 Protezione superficiale

Appena completati il, costipamento e la rifinitura superficiale dello strato, dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55%, in ragione di 1,0-2,0 kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà essere sottoposta la fondazione, con successivo spargimento di sabbia.

1.1.2.1.5.4 Requisiti di accettazione

Le caratteristiche granulometriche delle miscele, potranno avere una tolleranza di ± 5 punti % fino al passante al crivello n°5 e di ± 2 punti % per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

Qualora le tolleranze di cui sopra vengano superate, la lavorazione dovrà essere sospesa e l'Impresa dovrà adottare a sua cura e spese quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

La densità in sito, a compattazione ultimata, dovrà risultare non inferiore al 97% delle prove AASHTO modificato (C.N.R. 69 – 1978), nel 98% delle misure effettuate.

La densità in sito sarà determinata mediante normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm, ciò potrà essere ottenuto con l'applicazione della formula di trasformazione di cui punto 1.1.1.2 della presente sezione, oppure con una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura con volumometro.

La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso.

Il valore del modulo di deformazione (C.N.R. - 146 – 1992), al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15-0,25 MPa, in un tempo compreso fra 3-12 h dalla compattazione, non dovrà mai essere inferiore a 150 MPa.

Qualora venissero rilevati valori inferiori, la frequenza dei rilevamenti dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'impresa, a sua cura e spese, dovrà demolire e ricostruire gli strati interessati.

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm verificato a mezzo di un regolo di 4,00 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La frequenza del controllo sarà quella ordinata dalla Direzione Lavori.

1.1.3 Drenaggi Subsuperficiali

I drenaggi saranno effettuati al bordo delle zone pavimentate o sotto di esse secondo quanto richiesto dal progetto o dalla Direzione Lavori.

I drenaggi devono essere formati con inerti puliti, vagliati e posti in opera su geotessile parzialmente bitumato come descritto nel seguito; il cunicolo drenante di fondo deve essere realizzato con tubi ϕ 100 mm di cemento disposti a giunti aperti o con tubi rigidi perforati in PVC o con tubi corrugati flessibili perforati in polietilene o in resine pultruse microfessurate di pari diametro.

I drenaggi saranno sempre realizzati con filtro laterale in tessuto "non tessuto" costituito da fibre sintetiche e filamenti continui coesionati mediante agugliatura meccanica o a legamento doppio con esclusione di colle o altri componenti chimici. Il geotessile non deve avere superficie liscia, deve apparire uniforme, essere resistente agli agenti chimici, alle cementazioni abituali in ambienti naturali, essere imputrescibile e atossico, avere buona resistenza alle alte temperature, essere isotropo.

In ogni caso i materiali devono essere delle migliori qualità esistenti in commercio e devono essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori.

Il materiale da usare dovrà essere per applicazione su strade ed impiego previsto F (Filtrazione), secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 13249 con le seguenti caratteristiche:

- resistenza a trazione (v. EN10319) MD 1.2kN/m (-1 kN/m);
- resistenza al punzonamento dinamico (v. EN918) 8mm (+1 mm);
- apertura (v. EN ISO12956) 90 μ m (+/- 20 μ m) ;
- permeabilità all'acqua (v. EN ISO11058) 100x10⁻³ m/s (-15x10⁻³ m/s).

I vari elementi di non tessuto devono essere cuciti tra di loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione degli elementi dovrà essere di almeno 50 cm.

La parte inferiore dei non tessuti, a contatto con il fondo del cavo del drenaggio e per un'altezza di almeno 5 cm sui fianchi deve essere impregnata con bitume a caldo tipo 180 - 200 (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul poliestere) in ragione di almeno 2 daN/m². Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del non tessuto stesso o anche dopo la sua sistemazione in opera. L'impregnazione potrà anche essere usata in altri punti per impedire la filtrazione e/o il drenaggio nel punto impregnato. Dal cavo deve fuoriuscire la quantità di non tessuto necessaria ad una doppia sovrapposizione dello stesso sulla sommità del drenaggio (due volte la larghezza del cavo).

Il cavo rivestito verrà successivamente riempito e ben compattato con materiale granulare pulito e vagliato, avente una permeabilità superiore o uguale a 300 m/giorno, trattenuto al crivello 10 mm UNI, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm.

Il materiale deve ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il non tessuto alle pareti dello scavo.

Terminato il riempimento si sovrapporrà il non tessuto fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura con misto granulare non legato o con altro materiale costituente lo strato di fondazione ovvero infine con terra pressata, a seconda della posizione del drenaggio.

Il drenaggio subsuperficiale avrà la pendenza longitudinale del tratto stradale lungo il quale è installato e sarà dotato ad intervalli regolari, non superiori a 75 m, ed in tutti i punti di minimo del profilo del bordo banchina in corrispondenza del quale è installato il drenaggio, di tubi trasversali per l'allontanamento e lo scarico dell'acqua nel sistema fognario di collettamento delle acque meteoriche della pavimentazione o all'esterno del corpo di rilevato, in caso di assenza di collettori longitudinali fognanti. Qualora il profilo del drenaggio risulti suborizzontale per un notevole sviluppo longitudinale, occorrerà infittire i punti di allontanamento trasversale dell'acqua raccolta dal drenaggio rispetto al valore di 75 m sopra indicato.

I punti di scarico dovranno essere realizzati in modo tale da essere ispezionabili ed a quota superiore di 15 cm sopra il livello massimo dell'acqua della fognatura o dei fossi di guardia riceventi. I tubi di scarico trasversali saranno in PVC rigido o flessibili corrugati in polietilene e saranno posti in opera con una pendenza longitudinale del 3%. Nel punto di uscita del tubo di scarico dal corpo del rilevato dovrà essere realizzato un manufatto in calcestruzzo avente lo scopo di proteggere in punto di uscita del tubo. Sul manufatto dovrà essere installata una rete di protezione antiroditori a maglia quadrata 8x8 mm in acciaio zincato. Il manufatto non dovrà fuoriuscire dal profilo della scarpata del rilevato in modo tale da non costituire ostacolo per la sicurezza e la manutenzione delle scarpate stesse.

1.2 STRATO DI BASE

1.2.1 Generalità

Lo strato di base è in conglomerato bituminoso costituito da aggregati di tipo frantumati, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo, impastati con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

L'Impresa ha l'obbligo di far eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni la specifica composizione delle miscele che intende adottare nell'ambito dei lavori; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dalla Direzione Lavori la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a ± 5 e di sabbia superiore a ± 3 sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0,3$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali: tutti i controlli e le prove saranno a carico dell'Impresa.

1.2.1.1 Inerti.

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nella Tabella n.3 per categoria di traffico "P", della norma C.N.R. BU. 139/92 e nelle norme C.N.R. 65-1978 C.N.R. 80-1980.

L'aggregato grosso (frazione > 4 mm) sarà costituito da frantumati in quantità non inferiore al 90% della miscela degli inerti e dovrà rispondere ai seguenti requisiti principali:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%;
- l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm;
- sensibilità al gelo $\leq 30\%$;

- spogliamento in acqua a $40^{\circ}\text{C} \leq 5\%$;
- passante al setaccio 0.075 $\leq 1\%$

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino (frazione ≤ 4 mm) sarà costituito in ogni caso da elementi naturali e di frantumazione che dovranno rispondere ai seguenti requisiti principali:

- equivalente in sabbia (C.N.R. 27 -1972) superiore a 50;
- indice di plasticità N.P.;
- limite liquido $\leq 25\%$.

Gli eventuali additivi, minerali provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- spogliamento in acqua (C.N.R. 138/92) $\leq 5\%$;
- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): passante in peso: 100%;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): passante in peso: $\geq 80\%$;
- indice di plasticità N.P..

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

1.2.1.2 Legante.

Per il confezionamento di conglomerati bituminosi, dovranno essere impiegati bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione con le caratteristiche indicate nella norma C.N.R. fascicolo II/1951 con le seguenti variazioni reviste dalla norma EN12591 (ed.99):

| CARATTERISTICHE: | Unità di misura | B 50/70 | B 70/100 |
|--|-----------------|---------|----------|
| Penetrazione a 25°C, 100g, 5s | dmm | 50-70 | 70-100 |
| Punto di rammollimento (Palla Anello) | °C | 46-54 | 43-51 |
| Indice di penetrazione | | -1 / +1 | -1 / +1 |
| Punto di rottura (Fraass), min. | °C | -8 | -10 |
| Punto di infiammabilità (CNR 72/79) | °C | 230 | 230 |
| Duttilità a 25°C, min. | cm | 90 | 100 |
| Solubilità in solventi organici, min. | % | 99 | 99 |
| Perdita per riscaldamento (volatilità) (CNR 54/77), max. | % | 0,5 | 0,8 |
| Contenuto di paraffina, max. | % | 4,5 | 4,5 |
| Viscosità dinamica a T = 60°C, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹ | Pa x s | >145 | >90 |

Valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Overt Test)

| | | | |
|--|----|------|------|
| Penetrazione residua a 25°C, 100g, 5s | % | > 50 | > 50 |
| Incremento massimo del Punto di rammollimento, max | °C | +9 | +9 |

L'indice di penetrazione, dovrà calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra - 1,0 e + 1,0:

indice di penetrazione = $20 u - 500 v / u + 50 v$

dove:

u = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in °C (a 25°C);

v = log. 800 - log. penetrazione bitume in dmm (a 25°C.).

Per tutte le lavorazioni dovrà sempre essere impiegato il bitume di penetrazione 50/70, salvo casi particolari in cui potrà essere impiegato il bitume di penetrazione 70/100, sempre su preventiva autorizzazione

1.2.1.3 Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.

Passante: % totale in peso

| | |
|----------------|----------|
| Crivello 40 | 100 |
| Crivello 30 | 80 ÷ 100 |
| Crivello 25 | 70 ÷ 95 |
| Crivello 15 | 45 ÷ 70 |
| Crivello 10 | 35 ÷ 60 |
| Crivello 5 | 25 ÷ 50 |
| Setaccio 2 | 20 ÷ 40 |
| Setaccio 0,4 | 6 ÷ 20 |
| Setaccio 0,18 | 4 ÷ 14 |
| Setaccio 0,075 | 4 ÷ 8 |

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4 % e il 5% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38 - 1973);

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 -1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 800 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%.I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.
- Le miscele di aggregati e leganti idrocarburi dovranno rispondere anche alle norme C.N.R. 134 -1991.

Controllo dei requisiti di accettazione

L'Impresa dovrà servirsi di un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato.

In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, anche con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. CNR n. 40 del 30/03/1973); media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. CNR n. 39 del 23/03/1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

1.2.1.4 Formazione e confezione delle miscele.

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammanimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160°C e 180°C, e quella del legante tra 150°C e 170°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,25%.

1.2.1.5 Posa in opera delle miscele.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

Prima della realizzazione di dello strato di conglomerato bituminoso è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, di una mano di ancoraggio, di emulsione bituminosa. Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica 55%, le cui caratteristiche sono riportate nella seguente Tabella, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 Kg/m².

| Indicatore di qualità | Normativa | Unità di misura | Cationica 55% |
|-------------------------------|------------|-----------------|---------------|
| Polarità | CNR 99/84 | | positiva |
| Contenuto di acqua % peso | CNR 101/84 | % | 45±2 |
| Contenuto di bitume+flussante | CNR 100/84 | % | 55±2 |
| Flussante (%) | CNR 100/84 | % | 1-6 |
| Viscosità Engler a 20 °C | CNR 102/84 | °E | 2-6 |
| Sedimentazione a 5 g | CNR 124/88 | % | < 5 |
| Residuo bituminoso | | | |
| Penetrazione a 25 °C | CNR 24/71 | dmm | > 70 |
| Punto di rammollimento | CNR 35/73 | °C | > 30 |

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa cationica (al 60 % di legante), le cui caratteristiche sono riportate in -Tabella, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.30 Kg/m².

| Indicatore di qualità | Normativa | Unità di misura | Cationica 60% |
|-------------------------------|------------|-----------------|---------------|
| Polarità | CNR 99/84 | | Positiva |
| Contenuto di acqua % peso | CNR 101/84 | % | 40±2 |
| Contenuto di bitume+flussante | CNR 100/84 | % | 60±2 |
| Flussante (%) | CNR 100/84 | % | 1-4 |
| Viscosità Engler a 20 °C | CNR 102/84 | °E | 5-10 |
| Sedimentazione a 5 g | CNR 124/88 | % | < 8 |
| Residuo bituminoso | | | |
| Penetrazione a 25 °C | CNR 24/71 | dmm | > 70 |
| Punto di rammollimento | CNR 35/73 | °C | > 40 |

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 giornaliera, 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 e comunque per temperature (riferite all'aria e/o al piano di lavoro) inferiori a 5°C. Sono da considerarsi "condizioni meteorologiche pregiudizievoli" situazioni di pioggia battente o comunque la presenza d'acqua sui piani di 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, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 98% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera, su carote di 15 cm di diam.; il valore risulterà dalla media di due prove (C.N.R. 40-1973).

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. Un'asta rettilinea lunga m 4,00, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 5 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori di progetto.

1.3 STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA

1.3.1 Generalità

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito in progetto.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da conglomerati bituminosi aventi le caratteristiche precisate nel seguito, stesi in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

Valgono per gli strati di collegamento le stesse prescrizioni relative alle prove preliminari di cui al precedente punto 1.2.1 – Strato di base – Generalità, da effettuarsi a cura dell'Appaltatore, al fine di proporre la miscela di composizione ottimale.

1.3.1.1 Inerti

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 (frazione > 4 mm) 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.

- **Per strati di collegamento (BINDER):**

| Parametro | Normativa | Unità di misura | Valore |
|--|------------|-----------------|---------|
| Los Angeles (*) | CNR 34/73 | % | ≤ 25 |
| Micro Deval umida (*) | CNR 109/85 | % | ≤ 20 |
| Quantità di frantumato | - | % | ≥ □ 90 |
| Dimensione max | CNR 23/71 | mm | 30 |
| Sensibilità al gelo | CNR 80/80 | % | ≤ □ 30 |
| Spogliamento | CNR 138/92 | % | ≤ □ 5 |
| Passante allo 0.075 | CNR 75/80 | % | ≤ □ 1 |
| Indice appiattimento | CNR 95/84 | % | ≤ 25 |
| Porosità | CNR 65/78 | % | ≤ □ 1,5 |
| (*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati | | | |

- **Per strati di usura:**

- 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”), inf. 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%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

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

L'aggregato fino (frazione 0.075 – 4 mm) sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare per lo strato di collegamento ai requisiti della Tabella n.5 per categoria di traffico "P", della norma C.N.R. BU. 139/92 ed in particolare:

La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione deve essere prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di stabilità e scorrimento, ricavati dalla prova Marshall, che si intendono raggiungere; comunque non deve essere inferiore al 50% della miscela delle sabbie.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, deve avere alla prova "Los Angeles" (C.N.R. B.U. n. 34 del 28.3.73 – Prova C) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature (C.N.R. 27/72) deve essere $\geq 50\%$.

- Passante al setaccio 0.075 (C.N.R. 75/80) ≤ 2 .

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti devono soddisfare ai seguenti requisiti:

- potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5, il DPA deve essere ≥ 5 °C (C.N.R. 122/88), alla prova C.N.R. B.U. n. 75 del 08.04.1980 i passanti in peso devono risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

Setaccio UNI 0,18 mm Passante in peso per via umida 100%

Setaccio UNI 0,075 mm Passante in peso per via umida $\geq 80\%$

L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (C.N.R. – UNI 10014)

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 ÷ 8% di bitume ad alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm. Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

1.3.1.2 Legante

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere del tipo riportato nel punto 1.2.1.2 della presente Sezione.

1.3.1.3 Miscela

1) Strato di collegamento (binder). La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

| Serie crivelli e setacci U.N.I | 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 4,5% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

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 i seguenti requisiti:

- la 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 1000 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 compreso tra 300 e 450 (C.N.R. 30-1973).
- Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 6%. 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, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base. Come specificato per lo strato di base, l'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo la specifica composizione della miscela (punto 1.2.1). La D.L., che si riserva la facoltà o meno di approvare la proposta dell'Impresa, potrà anche richiedere una composizione del binder adatta ad un'apertura al traffico senza strato di usura (binder "chiuso"). Sono da intendersi già compensati nel prezzo offerto e quindi a totale onere dell'Impresa:

- l'utilizzo della miscela così modificata;
- il ripristino di eventuali ammaloramenti o cedimenti della pavimentazione;
- gli oneri della sicurezza per l'eventuale stesa dello strato di usura in presenza di traffico.

2) *Strato di usura*. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nei seguenti fusi:

| Serie crivelli e setacci U.N.I | Passante: % totale in peso | Passante: % totale in peso |
|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Fuso tipo "A" | Fuso tipo "B" |
| Crivello 20 | 100 | -- |
| Crivello 15 | 90 – 100 | 100 |
| Crivello 10 | 70 – 90 | 70 – 90 |
| Crivello 5 | 40 – 55 | 40 – 60 |
| Setaccio 2 | 25 – 38 | 25 – 38 |
| Setaccio 0,4 | 11 – 20 | 11 – 20 |
| Setaccio 0,18 | 8 – 15 | 8 – 15 |
| Setaccio 0,075 | 6 – 10 | 6 – 10 |

Il legante bituminosotipo "A" dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

L'uso del legante bituminoso tipo "B" è ammissibile soltanto in zone fredde (Nord Italia o quote elevate).

Il fuso tipo "A" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore compreso tra 4 e 6 cm.

Il fuso tipo "B" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore di 3 cm.

Nelle zone con prevalenti condizioni climatiche di pioggia e freddo, dovranno essere progettate e realizzate curve granulometriche di "tipo spezzata", utilizzando il fuso "A" di cui sopra, con l'obbligo che la percentuale di inerti compresa fra il passante al crivello 5 ed il trattenuto al setaccio 2 sia pari al $10\% \pm 2\%$.

Per prevalenti condizioni di clima asciutto e caldo, si dovranno usare curve prossime al limite inferiore.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza.

Il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg].

Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

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 quelli precedentemente indicati;

- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
- d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentisi alle condizioni di impiego prescelte, in permeometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10^{-6} cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

1.3.1.4 Controllo dei requisiti di accettazione.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

1.3.1.5 Formazione e confezione degli impasti

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

1.3.1.6 Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati (base, collegamento o binder e usura) dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione dei bitumi - aggregato ("dopes" di adesività), costituite 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.

Detti additivi polifunzionali per bitumi dovranno comunque resistere alla temperatura di oltre 180° C senza perdere più del 20% delle loro proprietà fisico - chimiche.

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 benestare 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 (Δ %) 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)).

Ai fini della sicurezza fisica degli operatori addetti alla stesa del conglomerato bituminoso (base, binder ed usura) l'autocarro o il veicolo sul quale è posta la cisterna dovrà avere il dispositivo per lo scarico dei gas combusti di tipo verticale al fine di evitare le dirette emissioni del gas di scarico sul retro. Inoltre dovranno essere osservate tutte le cautele e le prescrizioni previste dalla normativa vigente per la salvaguardia e la sicurezza della salute degli operatori suddetti.

- Conglomerato bituminoso drenante per strati di usura

Il conglomerato bituminoso per usura drenante è costituito da una miscela di Pietrischetti frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con legante bituminoso modificato.

Questo conglomerato dovrà essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale soprattutto nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento (zone di transizione rettilo-clotoide, rettilo-curva);
- abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fonoassorbenza).

1.3.1.7.1 Inerti

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati al punto 1.3.1.1 del presente Capitolato, con le seguenti eccezioni:

- coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. uguale o maggiore a 0.44;

- la percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione sarà prescritta, di volta in volta, dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di stabilità e scorrimento della prova Marshall che si intendono raggiungere, comunque non dovrà essere inferiore all'80% della miscela delle sabbie.

1.3.1.7.2 Legante

Il legante per tale strato di usura, dovranno essere del tipo modificato e presentare le seguenti caratteristiche:

Legante "E" : legante tipo "B" + 2% polietilene a bassa densità + 6% stirene butiadene stirene a struttura radiale

| CARATTERISTICHE | UNITÀ' | VALORE (x) |
|--|--------|------------|
| Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s | 0,1 mm | 35 - 45 |
| Punto di rammollimento | K | 333+343 |
| Indice di penetrazione | | +1/ +3 |
| Punto di rottura (Fraass), min. | K | 261 |
| Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹ | Pa.s | 180 - 450 |
| Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹ | Pa.s | 0,2 - 2 |

Legante "F" : legante tipo "B" + 6% polietilene cavi (o 6% etilene vinilacetato + 2% polimeri) + 2% stirene butiadene stirene a struttura radiale

| CARATTERISTICHE | UNITÀ' | VALORE (x) |
|--|--------|------------|
| Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s | 0,1 mm | 50 - 70 |
| Punto di rammollimento | K | 328-343 |
| Indice di penetrazione | | +1/ +3 |
| Punto di rottura (Fraass), min. | K | 261 |
| Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹ | Pa.s | 180 - 450 |
| Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹ | Pa.s | 0,2 - 1.8 |

1.3.1.7.3 Miscele

Sono previsti tre tipi di miscele, denominate rispettivamente: "granulone", l'intermedio" e "monogranulare", che dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi riportati qui di seguito:

| | Passante totale in peso % | | |
|------------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|
| Serie crivelli e setacci UNI | Fuso A "Granulone" | Fuso B "Intermedio" | Fuso C "Monogranulare" |
| Crivello 20 | 100 | 100 | 100 |
| crivello 15 | 80 - 100 | 90 - 100 | 100 |
| crivello 10 | 15 - 35 | 35 - 50 | 85 - 100 |
| crivello 5 | 5 - 20 | 10 - 25 | 5 - 20 |
| setaccio 2 | 0 - 12 | 0 - 12 | 0 - 12 |
| setaccio 0,4 | 0 - 10 | 0 - 10 | 0 - 10 |
| setaccio 0,18 | 0 - 8 | 0 - 8 | 0 - 8 |
| setaccio 0,075 | 0 - 6 | 0 - 6 | 0 - 6 |

Il tenore di legante bituminoso dovrà essere compreso tra il 5% ed il 6,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Le caratteristiche prestazionali di ciascun tipo di miscela sono le seguenti:

- drenabilità ottima: miscela "granulone" (fuso A)
- drenabilità elevata: miscela "intermedio" (fuso B)
- drenabilità buona: miscela "monogranulare" (fuso C)

Le tre miscele favoriscono tutte una elevata fonoassorbenza; la Direzione Lavori si riserva la facoltà di verificarla mediante il controllo delle miscele stesse, applicando il metodo ad onde stazionarie con l'attrezzatura standard definita "tubo di Kundt" su carote del diametro di 10 cm prelevate in sito.

Le carote dovranno essere prelevate dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato.

In questo caso il coefficiente di fonoassorbimento “ α ” in condizioni di incidenza normale dovrà essere:

| Frequenza (Hz) | Coeff. fonoassorbimento (α) |
|----------------|--------------------------------------|
| 400 – 630 | $\alpha > 0,15$ |
| 800 – 1600 | $\alpha > 0,30$ |
| 2000 – 2500 | $\alpha > 0,15$ |

Il controllo dovrà essere effettuato anche mediante rilievi in sito con il metodo dell'impulso riflesso, comunque dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato.

In questo caso con una incidenza radente di 300 i valori di α dovranno essere:

| Frequenza (Hz) | Coeff. fonoassorbimento α |
|----------------|----------------------------------|
| 400 - 630 | $\alpha > 0,25$ |
| 800 - 1250 | $\alpha > 0,50$ |
| 1600 – 2500 | $\alpha > 0,25$ |

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 - 73), eseguita a 333 K su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 500 kg per conglomerato con Fuso “A” e 600 kg per quelli con Fusi “C” e “B”.
- Il valore del modulo di rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità Marshall misurata in chilogrammi e lo scorrimento misurato in millimetri dovrà essere superiore a 200 per il Fuso “A” ed a 250 per i Fusi “B” e “C”; gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui (C.N.R. 39 - 73) nei limiti di seguito indicati:

| | | |
|-------------------------|----------|-----------|
| miscela “granulone” , | (fuso A) | 16% - 18% |
| miscela “intermedio” | (fuso B) | 14% - 16% |
| miscela “monogranulare” | (fuso C) | 12% - 14% |

I provini per le misure di stabilità e rigidità e per la determinazione della percentuale dei vuoti residui dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

Inoltre la Direzione Lavori si riserva la facoltà di controllare la miscela di usura drenante tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura (prova “Brasiliana”) (C.N.R. 97 – 1984).

I valori relativi, per i tre tipi di miscela dovranno risultare nei limiti della tabella che segue:

| Temperatura di prova | 283 K | 298 K | 313 K |
|---|-------------|-------------|-------------|
| Resistenza a trazione indiretta (N/mm ²) | 0.70 – 1.10 | 0.25 – 0.42 | 0.12 – 0.20 |
| Coefficiente di trazione indiretta (N/mm ²) | ≥ 55 | ≥ 22 | ≥ 12 |

1.3.1.7.4 Confezione e posa in opera del conglomerato

Valgono le prescrizioni di cui al punto 1.3.1.5 della presente Sezione, con l'avvertenza che il tempo minimo di miscelazione non dovrà essere inferiore a 25 s.

La temperatura di costipamento che dovrà essere compresa tra 413 e 423 K per le miscele ottenute con legante bituminoso di tipo “E”.

Al termine della compattazione lo strato di usura drenante dovrà avere un peso di volume uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 96% di quello Marshall rilevato all'impianto o alla stesa.

Tale verifica dovrà essere eseguita con frequenza giornaliera secondo la norma (C.N.R. 40 – 1973) e sarà determinata su carote di 20 cm di diametro.

Il coefficiente di permeabilità a carico costante (K_v in cm/s) determinato in laboratorio su carote di diametro 20 cm prelevate in sito dovrà essere maggiore o uguale a:

$K_v = 15 \cdot 1,0^{-2}$ cm/s (media aritmetica su tre determinazioni).

La capacità drenante eseguita in sito e misurata con permeometro a colonna d'acqua di 250 mm su un'area di 154 cm² e uno spessore di pavimentazione tra i 4 e 5 cm dovrà essere maggiore di 12 dm³/min per la miscela del fuso “A” e maggiore di 8 dm³/min per le miscele dei fusi “B” e “C”.

Il piano di posa dovrà essere perfettamente pulito e privo di eventuali tracce di segnaletica orizzontale.

Si dovrà provvedere quindi alla stesa di una uniforme mano di attacco, nella quantità compresa tra kg/m² 0,6 e 2,0, secondo le indicazioni della Direzione Lavori, ed al successivo eventuale spargimento di uno strato di sabbia o graniglia prebitumata.

Dovrà altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

1.4 TRATTAMENTI SUPERFICIALI

1.4.1 Generalità

Immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima o di seconda mano, l'Impresa delimiterà i bordi del trattamento con un arginello in sabbia onde ottenere i trattamenti stessi profilati ai margini.

Ultimato il trattamento resta a carico dell'Impresa l'ulteriore profilatura mediante asportazione col piccone delle materie esuberanti e colmatura delle parti mancanti col pietrischetto bituminoso.

1.4.1.1 Trattamento con emulsione a freddo.

Preparata la superficie da trattare, si procederà all'applicazione dell'emulsione bituminosa al 55%, in ragione, di norma, di Kg 3 per metro quadrato. Tale quantitativo dovrà essere applicato in due tempi.

In un primo tempo sulla superficie della massicciata dovranno essere sparsi Kg 2 di emulsione bituminosa e dm^3 12 di graniglia da mm 10 a mm. 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di Kg 1 di emulsione bituminosa e dm^3 8 di graniglia da mm 5 a mm. 10 per ogni metro quadrato.

Allo spargimento della graniglia seguirà una leggera rullatura, da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere la buona penetrazione della graniglia negli interstizi superficiali della massicciata.

Lo spargimento dell'emulsione dovrà essere eseguito con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione, sulla superficie trattata, del quantitativo di emulsione prescritto per ogni metro quadrato di superficie nonché, per la prima applicazione, la buona penetrazione nel secondo strato della massicciata fino a raggiungere la superficie del primo, sì da assicurare il legamento dei due strati.

Lo spandimento della graniglia o materiale di riempimento dovrà essere fatto con adatte macchine che assicurino una distribuzione uniforme.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni con le modalità stabilite precedentemente.

Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere da parte della Direzione dei Lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati, e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento o si siano dimostrate soggette a facile asportazione mettendo a nudo la sottostante massicciata.

1.4.1.2 Trattamento con bitume a caldo

Il trattamento con bitume a caldo, su pavimentazioni bitumate, sarà fatto utilizzando almeno 1 Kg/m^2 di bitume, dopo una accurata ripulitura, fatta esclusivamente a secco, della pavimentazione esistente.

Gli eventuali rappezzi che si rendessero necessari, saranno eseguiti con la stessa tecnica a cura e spese dell'Impresa.

L'applicazione di bitume a caldo sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di caldo secco.

Ciò implica che i mesi più favorevoli sono quelli da maggio a settembre e che in caso di pioggia il lavoro si debba sospendere.

Il bitume sarà riscaldato a temperatura fra 160°C e 180°C entro adatte caldaie che permettono il controllo della temperatura stessa.

L'applicazione dovrà essere fatta mediante spanditrice a pressione in modo tale da garantire l'esatta distribuzione con perfetta uniformità su ogni metro quadrato del quantitativo di bitume prescritto.

Con tale applicazione, debitamente ed immediatamente ricoperta di graniglia di pezzatura corrispondente per circa il 70% alle massime dimensioni prescritte ed in quantità di circa m^3 1,20 per 100 m^2 , dovrà costituirsi il manto per la copertura degli elementi pietrosi della massicciata precedentemente trattata con emulsione bituminosa.

Allo spandimento della graniglia seguirà una prima rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle t. 14, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato, si preleveranno i campioni con le modalità prescritte.

Verificandosi in seguito affioramenti di bitume ancora molle, l'Impresa provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedano, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in modo da saturarla completamente.

L'Impresa sarà obbligata a rifare, a sua cura, tutte quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita e cioè presentassero accentuate deformazioni della sagoma stradale, ovvero ripetute abrasioni superficiali non giustificate dalla natura e dalla intensità del traffico.

L'Ente si riserva la facoltà di variare le modalità esecutive di applicazione del bitume a caldo, senza che per questo l'Appaltatore possa sollevare eccezioni ed avanzare particolari richieste di compensi.

Tanto nei trattamenti di prima mano con emulsione bituminosa, quanto in quelli di seconda mano con bitume a caldo, l'Impresa è obbligata a riportare sul capostrada la graniglia eventualmente non incorporata. Quella che decisamente non può essere assorbita andrà raccolta e depositata nelle piazzole, rimanendo di proprietà dell'Amministrazione.

Gli oneri di cui sopra sono compresi e compensati nei prezzi di Elenco e pertanto nessun maggior compenso spetta all'Impresa per tale titolo.

1.4.1.3 Trattamento a caldo con bitume liquido.

Il bitume liquido da impiegare per esecuzione di trattamenti dovrà essere quello ottenuto con flussaggio di bitume a penetrazione $100 \div 120$ e costituito, se di tipo 150/300 per almeno l'80% da bitume, se di tipo 350/700 per almeno l'85% da bitume e per la restante parte, in ambedue i casi, da olio di catrame. I bitumi liquidi, da impiegarsi per l'esecuzione di trattamenti superficiali, dovranno avere le caratteristiche prescritte dal fascicolo n. 7 delle norme del C.N.R del 1957.

Il tipo di bitume liquido da impiegarsi sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori tenendo conto che per la temperatura ambiente superiore ai 15°C si dovrà dare la preferenza al bitume liquido 350/700, mentre invece con temperatura ambiente inferiore dovrà essere impiegato quello con viscosità 150/300.

In nessun caso si dovrà lavorare con temperature ambiente inferiori agli 8°C .

Con le consuete modalità si procederà al prelievo dei campioni prima dell'impiego, i quali verranno sottoposti all'analisi presso Laboratori Ufficiali.

Il lavoro di trattamento dovrà essere predisposto su metà strada per volta, onde non interrompere la continuità del traffico e la buona riuscita del lavoro.

Il vecchio manto bituminoso dovrà essere sottoposto ad una accurata operazione di depolverizzazione e raschiatura della superficie, mediante spazzoloni, scope metalliche e raschietti.

Così preparata la strada, la tratta da sottoporre a trattamento sarà delimitata lungo l'asse stradale per l'esecuzione a metà carreggiata per volta e poi, in modo uniforme, sarà distribuito sulla superficie, con distribuzione a pressione, il bitume liquido nella quantità media di 1 Kg/m^2 previo suo riscaldamento a temperatura tra i 100°C e 110°C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

La distribuzione del bitume dovrà avvenire con perfetta uniformità su ogni metro quadrato nel quantitativo di bitume prescritto.

Dovranno evitarsi in modo assoluto le chiazze e gli eccessi di bitume, rimanendo stabilito che le aree così trattate dovranno essere raschiate e sottoposte a nuovo trattamento a totale spesa dell'Impresa.

Immediatamente dopo lo spandimento del bitume, la superficie stradale dovrà essere ricoperta con pietrischetto in ragione di litri 20 per metro quadrato, di cui litri 17 dovranno essere di pezzatura rigorosa da mm 16 a mm 18 e litri 3 di graniglia da mm 2 a mm 4.

Pertanto, gli ammannimenti rispettivi di pietrischetto e di graniglia su strada, dovranno essere fatti a cumuli alternati rispondenti singolarmente alle diverse pezzature e nei volumi rispondenti ai quantitativi fissati.

I quantitativi di pietrischetto e di graniglia così ammanniti verranno controllati con apposite misurazioni da eseguirsi prima dell'inizio della bitumatura.

Il pietrischetto della pezzatura più grossa verrà sparso uniformemente sulla superficie bitumata ed in modo che gli elementi siano fra di loro a stretto contatto.

Dopo pochi passaggi di rullo pesante si procederà al conguaglio delle eventuali irregolarità di sparsa del pietrischetto suddetto, facendo le opportune integrazioni e, quindi, si procederà allo spargimento della graniglia minuta ad intasamento dei vuoti rimasti fra gli elementi del pietrischetto precedentemente sparso.

Allo spandimento completo del pietrischetto e della graniglia seguirà la rullatura con rullo pesante, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Si dovrà aver cura che il pietrischetto e la graniglia, all'atto dello spargimento, siano bene asciutti ed in precedenza riscaldati dal sole rimanendo vietato l'impiego di materiale umido.

I tratti sottoposti a trattamento dovranno rimanere chiusi al traffico per almeno 18 ore e, quindi, la bitumatura dovrà essere eseguita su strisce di metà strada alternate alla lunghezza massima di m. 300.

A tal fine l'Impresa dovrà disporre un apposito servizio di guardiania diurna e notturna per il pilotaggio del traffico, del cui onere s'è tenuto largamente conto nella determinazione del prezzo unitario.

L'Impresa provvederà a sua cura e spese all'apposizione di cartelli di segnalazione, cavalletti, ecc., occorrenti per la chiusura al traffico delle estese trattate.

Il pietrischetto, che risulterà non incorporato nel bitume, per nessun motivo potrà essere impiegato in trattamenti di altre estese di strada.

Infine l'Impresa provvederà, con i propri operai, alla esatta profilatura dei bordi della nuova pavimentazione, al ricollocamento in opera delle punteggiature marginali spostate dal compressore, nonché alla raschiatura ed eventuale pulitura di zanelle, di cordonate, di marciapiedi, imbrattati durante l'esecuzione dei lavori, essendo tali oneri stati compresi nella determinazione dei prezzi di Elenco.

Si pattuisce che quelle aree di trattamento che in prosieguo di tempo risultassero difettose, ovvero prive di penetrazione di pietrischetto e di graniglia, saranno dall'Appaltatore sottoposte, a totale sua spesa, ad un nuovo ed analogo trattamento.

1.5 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

1.6 FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L.

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunicare diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica. Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo. La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature. Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

1.7 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE

1.7.1 Generalità

I conglomerati bituminosi rigenerati in impianto fisso o mobile sono costituiti da misti granulari composti da conglomerati preesistenti frantumati, inerti nuovi, aggiunti in proporzioni e tipo variabili a seconda della natura di conglomerato (base, binder, usura) che si deve ottenere, impastati a caldo con bitume, al quale viene aggiunto un idoneo prodotto di natura aromatica, che rigeneri le proprietà del legante contenuto nelle miscele bituminose preesistenti, la messa in opera avviene con sistemi tradizionali.

Il conglomerato bituminoso preesistente denominato, proviene in genere dalla frantumazione, direttamente dalla sua primitiva posizione, con macchine fresatrici (preferibilmente a freddo).

Per i materiali descritti nel presente articolo, in carenza di indicazioni, valgono le prescrizioni per i conglomerati bituminosi.

1.7.1.1 Inerti

Le percentuali massime del materiale da riutilizzare non dovranno superare il 50%, il restante materiale sarà costituito da nuovi inerti, aventi i requisiti di accettazione previsti per i conglomerati normali.

Si potrà usare materiale fresato di qualsiasi provenienza, per impieghi nello strato di base; materiale proveniente da vecchi strati di binder ed usura, per impieghi nello strato di binder; solo materiali provenienti da strati di usura per gli strati di usura.

1.7.1.2 Legante

Il legante sarà costituito da quello presente nel materiale fresato integrato da bitume nuovo, generalmente additivato con rigeneranti-fluidificanti in modo da ottenere le viscosità e le caratteristiche di adesione prescritte nel punto che segue. Il bitume fresco sarà normalmente del tipo di penetrazione 80/100, salvo diversa prescrizione della D.L.

1.7.1.3 Miscela

La granulometria della miscela costituita da materiale di risulta dalla fresatura e dai nuovi inerti dovrà corrispondere al fuso prescritto nelle specifiche norme tecniche per il tipo di conglomerato che si vuol realizzare (base, binder o usura).

La percentuale di bitume da aggiungere e la percentuale di rigenerante da utilizzare saranno determinate come appresso.

Percentuale totale di bitume (Pt) della miscela ottenuta (materiali fresati e materiali nuovi):

$$Pt = 0,035 a + 0,045 b + c d + f$$

essendo:

Pt = % (espressa come numero intero) di bitume in peso sul conglomerato.

a = % di aggregato trattenuto al N. 8 (ASTM 2.38 mm) .

b = % di aggregato passante al N. 8 e trattenuto al N. 200 (0.074).

c = % di aggregato passante al N. 200.

d = 0,15 per un passante al N. 200 compreso tra 11% e 15%.

d = 0,18 per un passante al N. 200 compreso tra 6% e 10%.

d = 0,20 per un passante al N. 200 < 5%.

f = parametro compreso normalmente fra 0,7 e 1, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

La percentuale rispetto al totale degli inerti, di legante nuovo da aggiungere (Pn) sarà pari a

$$P_n = (P_{1n} \pm 0,2)$$

dove P_{1n} è:

$$P_{1n} = Pt - (P_v \times P_r)$$

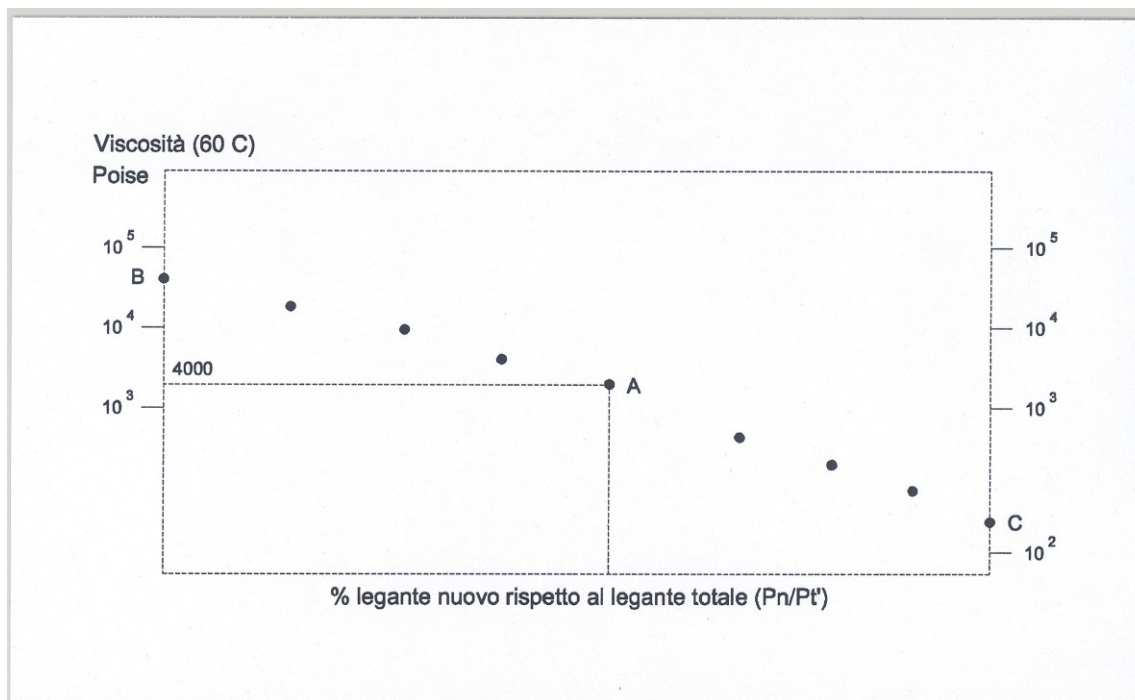
in cui:

P_v = % di bitume vecchio preesistente (rispetto al totale degli inerti).

P_r = valore decimale della percentuale di materiale riciclato (nel nostro caso maggiore o uguale a 0,5).

La natura del legante nuovo da aggiungere sarà determinata in base ai seguenti criteri:

- la viscosità del legante totale a 60°C non dovrà superare 4.000 poise, quindi, misurata la viscosità del legante estratto (b) è possibile calcolare la viscosità (sempre a 60°C) che dovrà avere il legante da aggiungere usando il monogramma su scala semilogaritmica della figura seguente.



Indicando con A il punto le cui coordinate sono: il valore ottenuto di P_n/P_t ed il valore della viscosità di 4.000 poise, l'intersezione della retta con l'asse verticale corrispondente al valore 100 dell'asse orizzontale, fornisce il valore C della viscosità del legante che deve essere aggiunto.

Qualora non sia possibile ottenere il valore C con bitumi puri, si dovrà ricorrere a miscele bitume-rigenerante. Si ricorda che la viscosità a 60°C di un bitume C.N.R. 80/100 è 2.000 poise.

Per valutare la percentuale di rigenerante necessaria si dovrà costruire in un diagramma viscosità percentuale di rigenerante rispetto al legante nuovo, una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate secondo i criteri precedenti, senza rigenerante.

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.

F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2.000 poise, la percentuale di rigenerante necessaria.

La miscela di bitume nuovo o rigenerato nelle proporzioni così definite dovrà soddisfare particolari requisiti di adesione determinabili mediante la metodologia Vialit dei "Points et Chaussées" i risultati della prova eseguita su tale miscela non dovranno essere inferiori a quelli ottenuti sul bitume nuovo senza rigenerante.

Il conglomerato dovrà avere gli stessi requisiti (in termini di valori Marshall e di vuoti) richiesti per i conglomerati tradizionali; ulteriori indicazioni per il progetto delle miscele potranno essere stabilite dalla D.L. utilizzando la prova di deformabilità viscoplastica a carico costante (C.N.R. 106-1985).

Il parametro J1 (ricavabile dalla prova CREEP) dovrà essere definito di volta in volta (a seconda del tipo di conglomerato), mentre lo J_p a 40°C viene fissato il limite superiore di

$$20 \times 10^{-6} \text{ cm}^2$$

da N.s.

1.7.1.4 Formazione e confezione delle miscele.

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi o mobili automatizzati del tipo a tamburo essiccatore - mescolatore.

Il dispositivo di riscaldamento dei materiali dovrà essere tale da ridurre al minimo il danneggiamento e la bruciatura del bitume presente nei materiali da riciclare, pur riuscendo ad ottenere temperature (e quindi viscosità) tali da permettere l'agevole messa in opera (indicativamente superiori a $130^{\circ}\text{C} \div 140^{\circ}\text{C}$).

L'impianto fisso dovrà essere dotato del numero di predosatori sufficienti per assicurare l'assortimento granulometrico previsto.

Il dosaggio a peso dei componenti della miscela dovrà essere possibile per ogni predosatore. Sarà auspicabile un controllo automatico computerizzato dei dosaggi (compreso quello del legante); questo controllo sarà condizione necessaria per l'impiego di questo tipo d'impianto per il confezionamento dei conglomerati freschi; questo impiego potrà essere reso possibile in cantieri in cui si usino materiali rigenerati e vergini solo dopo accurata valutazione di affidabilità dell'impianto.

L'impianto sarà dotato di tutte le salvaguardie di legge per l'abbattimento di fumi bianchi e azzurri, polveri, ecc.

1.7.1.5 Posa in opera delle miscele.

Valgono le prescrizioni dei conglomerati tradizionali, con gli stessi requisiti anche per le densità in sito.

1.8 MICROTAPPETI A FREDDO

1.8.1 Generalità

Il microtappeto è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita.

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con un'apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

1.8.1.1 Inerti

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, devono soddisfare particolari requisiti di pulizia, poliedricità, resistenza meccanica, all'abrasione ed al levigamento.

Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava;

- perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (C.N.R. 34 -1973), minore del 18%;
- il coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. determinato su tali pezzature dovrà essere uguale o maggiore di 0,45 (C.N.R. 140 - 1992);
- La porosità dovrà essere $\leq 1.5\%$ (C.N.R. 65 - 1978);
- La quantità di frantumato dovrà essere 100%.
- Il coefficiente di imbibizione (C.N.R. Fasc. n.4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") $\leq 0,015$;
- I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (C.N.R. 95 - 1984);
- La sensibilità al gelo $\leq 20\%$ (C.N.R. 80 -1980);
- Lo spogliamento in acqua a 40°C (con impiego di "dopes" di adesione) 0% (Norma ASTM D1664/80 - C.N.R. 138 -1992)

L'aggregato fino sarà composto da sabbia di frantumazione.

- La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà in ogni modo essere inferiore all' 85% della miscela delle sabbie.
- In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi, da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova Los Angeles, (C.N.R. B.U. n. 34/1973 - Classe "C"), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.
- L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due, dovrà essere maggiore od uguale all' 80% (C.N.R. 27 - 1972).

1.8.1.2 Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie descritte al punto precedente potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 32,5).

Gli additivi impiegati dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- a) potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5; il ΔPA dovrà essere $\geq 5^{\circ}C$;
- b) alla prova CNR 75 -1980 i passanti in peso dovranno essere compresi nei seguenti limiti minimi:
- Setaccio UNI 0,40 passante in peso per via umida 100%
 - Setaccio UNI 0,18 passante in peso per via umida 90%
 - Setaccio UNI 0,075 passante in peso per via umida 80%
- c) della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco.
- d) l'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (C.N.R. UNI 10014)

1.8.1.3 Miscele

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati in funzione dello spessore finale richiesto:

| Spessore minimo Crivelli e setacci UNI | | 9 mm | 6 mm | 4 mm |
|---|-------------|----------|---------|----------|
| 15 | Passante: % | 100 | 100 | 100 |
| 10 | Passante: % | 85 ÷ 100 | 100 | 100 |
| 5 | Passante: % | 55 ÷ 75 | 55 ÷ 80 | 85 ÷ 100 |
| 0,4 | Passante: % | 14 ÷ 28 | 14 ÷ 28 | 22 ÷ 36 |
| 0,18 | Passante: % | 8 ÷ 19 | 8 ÷ 19 | 11 ÷ 22 |
| 0,0075 | Passante: % | 4 ÷ 10 | 5 ÷ 10 | 6 ÷ 10 |

Miscela con spessori finali diversi dovranno essere concordate di volta in volta con la D.L.

1.8.1.4 Malta bituminosa

Il legante bituminoso sarà costituito da una emulsione bituminosa al 60% di tipo elastico a rottura controllata, modificata con elastomeri sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsione.

Per la realizzazione dell'emulsione si dovrà esclusivamente impiegare il bitume di tipo "semisolido" le cui caratteristiche sono riportate qui di seguito.

L'impiego di altri tipi di bitumi potrà essere autorizzato esclusivamente dalla D.L.

I leganti bituminosi semisolidi sono quei bitumi per uso stradale costituiti da "bitumi di base" e "bitumi modificati", così distinti:

"bitumi di base"

I "bitumi di base" sono i medesimi bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione riportati nel punto 1.2.1.2 della presente sezione.

Detti leganti sono denominati "A" e "B".

I "bitumi di base" non rientranti nelle specifiche richieste per i leganti "A" e "B" potranno essere accettati dopo additivazione con attivanti chimici funzionali al fine di riportare le caratteristiche entro i limiti di accettazione senza aggravio di costo per l'Ente appaltante.

L'aggiunta di prodotti chimici correttivi non dovrà essere superiore al 6% in peso riferito al legante da correggere.

Nel caso contrario (ovvero prodotto non accettabile) si dovrà sostituire quello giudicato deficitario (mediante rimozione e scarica a carico dell'Impresa) con altro nuovo prodotto, che sarà sottoposto in seguito a nuovo giudizio da parte della D.L. e/o della Committente.

In ogni modo dette operazioni di rimozione e di ripristino saranno effettuate a totale carico dell'Impresa e sotto il controllo della D.L..

Per tutte le lavorazioni andrà sempre impiegato il bitume di tipo "A", salvo casi particolari in cui potrà essere impiegato il bitume "B" (è ammissibile nelle Regioni più fredde, nord o zone in quota) sempre su preventiva autorizzazione della D.L..

"bitumi modificati"

I "bitumi modificati" sono bitumi di particolare natura e produzione (utilizzati per uso stradale) ovvero bitumi "elastomerizzati" (residuo della distillazione del petrolio) aventi le caratteristiche indicate nella tabella seguente, e sono utilizzati per trattamenti superficiali a freddo (TSF)

Legante "F" (x) (% di modificante/i (+) = 6% - 8%)

| CARATTERISTICHE | UNITÀ' | VALORE (x) |
|--|--------|---------------|
| Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s | 0,1 mm | 50 60 |
| Punto di rammollimento | C / K | 65-75/338-348 |
| Indice di penetrazione | | -1 / +1 |
| Punto di rottura (Fraass), min. | C / K | -14 / 259 |
| Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K, gradiente di velocità l s ⁻¹ | Pa.s | 80 – 130 |
| Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità l s ⁻¹ | Pa.s | 0,2 – 0,4 |

(x) si intendono polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica (SBS-R, EVA, EMA);

(-) da usare in emulsione con acqua ed agenti emulsionanti;

(+) determinati sul residuo secco.

Nella "malta bituminosa" suddetta dovranno essere impiegati "dopes" (additivi chimici attivanti l'adesione bitume aggregati) particolari e complessi per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione e per permettere la perfetta miscelazione dei componenti della miscela.

Il loro dosaggio (previsto originariamente tra lo 0,4% e lo 0,6 % sul peso del bitume da trattare) ottimizzato con uno studio di laboratorio, sarà individuato in funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

1.8.1.5 Composizione e dosaggi della miscela

La malta bituminosa dovrà avere i seguenti requisiti:

| Spessore minimo: | | 9 mm | 6 mm | 4 mm |
|--|-------------------|------------|--------|---------|
| Dosaggio della malta | Kg/m ² | 13 ÷ 20 | 8 ÷ 14 | 6 ÷ 10 |
| Dimensione massima degli inerti | mm | 10 ÷ 12 | 7 ÷ 9 | 5 ÷ 6 |
| Contenuto di bitume elastomerizzato residuo (% in peso sugli inerti) | % | 5,0 ÷ 7,5% | 6 ÷ 8% | 7 ÷ 10% |

1.8.1.6 Acqua

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche.

1.8.1.7 Confezionamento e posa in opera

Il confezionamento dell'impasto sarà realizzato con apposita macchina impastatrice stenditrice semovente costituita essenzialmente da:

- Serbatoio dell'emulsione bituminosa
- Tramoggia degli aggregati lapidei
- Tramoggia del filler
- Dosatore degli aggregati lapidei
- Nastro trasportatore
- Spruzzatore dell'emulsione bituminosa

- Spruzzatore dell'acqua
- Mescolatore
- Stenditore a carter

Le operazioni di produzione e stesa devono avvenire in modo continuo, connesso alla velocità d'avanzamento della motrice, nelle seguenti fasi:

- ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore
- aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo
- miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità` ...
- aggiunta dell'emulsione bituminosa
- miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto
- colamento dell'impasto nello stenditore a carter
- distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa e livellamento

Prima di iniziare la stesa del microtappeto si dovrà procedere ad un'energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o per mezzo di mezzi meccanici: tutti i detriti e le polveri dovranno essere allontanati.

In alcuni casi a giudizio della D.L. dovrà procedersi ad un'omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

In particolari situazioni la D.L. potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del trattamento superficiale per mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 Kg di sabbia per m² di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati.

Al termine delle operazioni di stesa il trattamento superficiale dovrà presentare un aspetto regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa sia leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura dovrà essere effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

La produzione o la posa in opera del trattamento superficiale dovrà essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 5°C ed in caso di pioggia.

1.9 MICROTAPPETI A FREDDO CON INERTI CHIARI NATURALI O ARTIFICIALI DA IMPIEGARE IN GALLERIA

1.9.1 Generalità

Il microtappeto è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa rinforzata impermeabile irruvidita. La malta è formata da una miscela di inerti chiari naturali o artificiali particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con un'apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

1.9.1.1 Materiali chiari naturali

Valgono le stesse prescrizioni indicate al punto 1.8.1.1.

1.9.1.2 Materiali artificiali chiari.

Valgono le seguenti prescrizioni.

Gli aggregati chiari artificiali dovranno essere puliti, esenti da polveri o da materiali estranei e rispondere ai seguenti requisiti:

- perdita in peso alla prova Micro-Deval in acqua, eseguita sulle singole pezzature, inferiore al 6% (Norma C.N.R. B.U. n° 109 del 20-12-1985);
- coefficiente di levigatezza accelerata C.L.A. maggiore od eguale a 0,48.
- Le classi granulometriche d/D da impiegarsi dovranno essere le seguenti: 4 ÷ 8 e 10 ÷ 15, con l'avvertenza che le granulometrie si riferiscono a setacci a maglie quadrate.

Le percentuali delle code di pezzatura dovranno essere, per le parti maggiori di D, inferiori al 5% in peso e per le parti minori di d), inferiori al 10% in peso. Gli elementi dell'aggregato dovranno avere forma idonea (non eccessivamente allungati o appiattiti).

L'indice di forma dell'aggregato (rapporto percentuale tra la massa degli elementi di forma non idonea e la massa totale del campione di prova) dovrà essere inferiore al 15%. Ciascun elemento dell'aggregato risulterà di forma non idonea se avrà un coefficiente di forma (rapporto tra la lunghezza L e lo spessore S) $C_f < 3$.

L'indice di appiattimento dell'aggregato (rapporto percentuale tra la somma delle masse degli elementi di forma non idonea di ciascuna frazione granulometrica e la somma delle masse delle frazioni granulometriche costituenti il campione di prova) dovrà essere inferiore al 15%.

Ciascun elemento dell'aggregato risulterà di forma non idonea se avrà un coefficiente di appiattimento (rapporto tra la larghezza D e lo spessore S) $C_a > 1,58$.

L'indice di forma e l'indice di appiattimento saranno determinati secondo le modalità della Norma C.N.R. BU n° 95 del 31-1-1084.

1.9.1.3 Modalità esecutive

Le modalità da seguire per la posa in opera saranno le seguenti:

- Posa in opera di strato di ancoraggio e livellamento dello spessore medio di mm 4.
- Riscaldamento dello strato appena steso con una serie di piastre radianti di potenzialità complessiva pari a 800.000 Kcal/ora, sino alla completa evaporazione dell'acqua.
- Apertura del traffico a velocità controllata.
- Stesa dello strato superiore dello spessore medio di mm. 9.
- Sabbiatura con sabbia ricca in filler a protezione della malta dal contatto dei pneumatici delle macchine operative.
- Rullatura con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito di piastra riscaldante per favorire la risalita dell'acqua e per una sua prima parziale eliminazione.
- Riscaldamento con la solita piastra sino alla completa eliminazione dell'acqua.
- Apertura al traffico a velocità controllata.

1.10 PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA

Le pavimentazioni saranno costituite da cubetti di porfido o di porfiroide o di sienite o diorite o leucitite o di altre rocce idonee, nell'assortimento che verrà di volta in volta indicato dalla Direzione dei Lavori, e posti in opera come specificato in seguito; comunque si farà riferimento alle "Norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali", fascicolo n. 5 C.N.R. Ed. 1954.

1.10.1 Materiali.

Ferma restando la possibilità di usare materiali di qualsiasi provenienza, purché rispondenti ai requisiti di cui sopra, la Direzione dei Lavori potrà richiedere che vengano impiegati cubetti di porfido dell'Alto Adige.

La sabbia per la formazione del letto di posa e per il riempimento dei giunti, dovrà corrispondere ai requisiti stabiliti nelle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per le costruzioni stradali" del C.N.R. Fasc. 4 – 1953).

Quella da impiegare per il riempimento dei giunti dovrà passare per almeno l'80% al setaccio 2 della serie U.N.I..

1.10.2 Posa in opera

I cubetti saranno posti in opera su una fondazione in precedenza predisposta e con l'interposizione di uno strato di sabbia dello spessore sciolto minimo di cm 6, massimo di cm 10.

I cubetti saranno posti in opera secondo la caratteristica apparecchiatura ad archi contrastanti con angolo al centro di 90°, raccolti in corsi o filari paralleli, in modo che gli archi affiancati abbiano in comune gli elementi di imposta.

Lungo gli archi, gli elementi dovranno essere disposti in modo che quelli a dimensioni minori siano alle imposte e vadano regolarmente aumentando di dimensioni verso la chiave.

Per i cubetti di porfido dell'Alto Adige si useranno come piani di posa e di marcia le due facce parallele corrispondenti alle fessurazioni naturali della roccia, per gli altri si dovrà scegliere come faccia di marcia quella più regolare.

Per favorire l'assestamento, la battitura dovrà essere accompagnata da abbondanti bagnature del letto di sabbia. La battitura dovrà essere eseguita in almeno tre riprese, con pestelli metallici del peso di almeno Kg 20.

Il pavimento verrà coperto, dopo le prime battiture, con un sottile strato di sabbia fine, che verrà fatta penetrare, mediante scope ed acqua, in tutte le connessioni, in modo da chiuderle completamente.

L'ultima battitura dovrà essere eseguita dopo avere corretto le eventuali deficienze di sagoma o di posa e dovrà essere condotta in modo da assestare definitivamente i singoli cubetti.

I cubetti che a lavorazione ultimata apparissero rotti o deteriorati o eccessivamente porosi, stentando per esempio ad asciugarsi dopo la bagnatura, dovranno essere sostituiti, a cura e spese dell'Impresa, con materiale sano.

La posa dei cubetti dovrà essere fatta nel modo più accurato, cosicché i giunti risultino il più possibile serrati e sfalsati di corso in corso, gli archi perfettamente regolari e in modo da assicurare, dopo energica battitura, la perfetta stabilità e regolarità del piano viabile.

La pavimentazione ultimata dovrà corrispondere esattamente alle quote e alle livellette di progetto stabilite dalla Direzione dei Lavori e non presentare in nessuna parte irregolarità o depressioni superiori a 1 cm rispetto ad un'asta rettilinea della lunghezza di 3 metri appoggiata longitudinalmente sul manto.

1.10.3 Sigillature dei giunti

Il lavoro dovrà essere eseguito, salvo diverse disposizioni della Direzione dei Lavori, dopo non meno di 10 giorni di transito sulla pavimentazione. Riparati accuratamente i piccoli cedimenti e le irregolarità eventualmente verificatesi, si procederà alla pulizia delle pavimentazioni mediante getti d'acqua a pressione ed energica scopatura, in modo da ottenere lo svuotamento dei giunti per due o tre centimetri di profondità.

Appena il tratto di pavimentazione così pulita sia asciugato, si procederà alla sigillatura dei giunti, colando negli stessi, con tazze a beccuccio od altri adatti attrezzi, il bitume caldo, avente penetrazione $30 \div 40$.

1.11 Cordoli

I cordoli saranno realizzati direttamente in opera mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con $R_{ck} = 30$ MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa.

I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa.

I cordoli a protezione della banchina in terra saranno eseguiti contemporaneamente alla pavimentazione dalla macchina finitrice, avranno sezione trapezoidale con basi di 8 e 5 cm ed altezza media di 4 cm, oppure con basi di 10 e 5 cm ed altezza media di 6 cm.

Nel caso di impiego di elementi prefabbricati di norma lunghi 100 cm, salvo nei tratti in curva a piccolo raggio o casi particolari per i quali la Direzione Lavori potrà richiedere dimensioni minori.

Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà essere posta in opera, fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di 4 provini.

Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tali elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo magro, ed attestati, lasciando tra le teste contigue lo spazio di 0.5 cm, che verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg/m^3 di sabbia.

2.0 SPECIFICA DI CONTROLLO

2.0.1 Disposizioni generali

La seguente specifica si applica ai vari tipi di pavimentazioni costituenti l'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Impresa per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, bitumi, cementi, etc.) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o 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 di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.

I 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.

La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

2.2 STRATI DI FONDAZIONE

2.1.1 - Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato

2.1.1.1 Prove di laboratorio

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- a) compresa del fuso riportato 1.1.1.1 e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti;
- b) dimensioni non superiori a 63 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- c) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- d) prova Los Angeles (C.N.R. 34 - 1973) eseguita sulle singole pezzature con perdita in peso inferiore al 30%;
- e) equivalente in sabbia (C.N.R. 27 - 1972) misurato sulla frazione passante al setaccio n 4 maggiore di 40 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).
Tale controllo dovrà essere eseguito anche sul materiale prelevato dopo costipamento.
- f) indice di portanza CBR (C.N.R. - UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50.
inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottima di costipamento.
- g) Prova di costipamento delle terre, con energia AASHO modificata (C.N.R. 69 - 1979).

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a), b), d), e), salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 - 35.

2.1.1.2 Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando i campioni presso Laboratori Ufficiali.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in idoneo luogo, previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

2.1.1.2.1 Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di laboratorio riportate al punto 2.1.1.1. La rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele con quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera.

L'indice di portanza CBR verrà effettuato ogni 500 m² di strato di fondazione realizzato.

2.1.1.2.2 Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali, per ogni singolo strato posto in opera, saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito: dovranno essere effettuati almeno due prelievi giornalieri, e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera;
- Prova di carico con piastra circolare, al primo ciclo di carico, nell'intervallo 0.15 - 0.25 MPa, non dovrà essere inferiore ai 80 MPa. Sarà effettuata ogni 250 m di strada o carreggiata, o frazione di 250 m e comunque ogni 250 m³ di materiale posto in opera.

- Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

2.1.2 Fondazione in misto cementato confezionato in centrale

2.1.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

2.1.2.1.1 Inerti

Gli inerti da impiegare per la realizzazione della miscela saranno assoggettati alle seguenti prove:

- a) granulometria compresa nel fuso riportato al punto 1.1.2.1.1 ed avente andamento continuo ed uniforme (C.N.R. 23 - 1971);
- b) dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- c) prova Los Angeles (C.N.R. 34 - 1973) con perdita in peso non superiore al 30% in peso;
- d) equivalente in sabbia (C.N.R. 27 - 1972) compreso fra 30- 60;
- e) indice di plasticità (C.N.R. UNI 10014) non determinabile (materiale non plastico).

2.1.2.1.2 Legante

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno).

Dovranno soddisfare ai requisiti di legge e alle prescrizioni riportate nel punto 1.4.1 della sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

2.1.2.1.3 Acqua

La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento (C.N.R. 69 - 1978) con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate di seguito.

2.1.2.1.4 Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, dovranno essere stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (C.N.R.-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); 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 e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17,78 cm.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere 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 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 alla norma AASHTO modificato, con 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51+0,5 mm, peso pestello 4,535+0,005 Kg, altezza di caduta 45,7 cm).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 293 K); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello 25) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini dovranno avere resistenza a compressione a 7 giorni non minore di 2,5 MPa e non superiore a 4,5 MPa, ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" (C.N.R. 97 – 1984), non inferiore a 0,25 MPa.

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7,5 MPa (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze da confrontare con quelle di progetto e da usare come riferimento nelle prove di controllo.

2.1.2.1.5 Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni presso Laboratorio Ufficiale

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

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

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

2.1.2.1.6 Prove di laboratorio

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (C.N.R. 40-1973), media di due prove; percentuale di vuoti (C.N.R. 39-1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall;
- la verifica dell'adesione bitume-aggregato secondo la prova ASTM-D 1664/89-80 e/o secondo la prova di spoliatura (C.N.R. 138 –1992);
- le caratteristiche del legante bituminoso.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5\%$ e di sabbia superiore a $\pm 3\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0,3\%$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

2.1.2.1.7 Prove in sito

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante. La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove

ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera. Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

2.1.3. Drenaggi Subsuperficiali

Il geotessile componente il sistema di drenaggio subsuperficiale dovrà essere conforme a quanto previsto dalla norma UNI EN 13249 e dotato di marcatura CE. La Direzione Lavori si riserva di controllare la rispondenza del materiale presente in cantiere al tale requisito.

2.2 STRATO DI BASE

2.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

2.2.1.1 Inerti

Gli inerti da impiegare dovranno essere sottoposti alle seguenti prove di laboratorio:

- a) granulometria: la cui curva dovrà essere contenuta nel fuso riportato al punto 1.2.1.1.
- b) prova Los Angeles (C.N.R. 34 - 1973) con perdita in peso sulle singole pezzature non superiore al 25 % in peso;
- c) l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40mm;
- d) sensibilità al gelo $\leq 30\%$;
- e) spogliamento in acqua a $40^{\circ}\text{C} \leq 5\%$;
- f) equivalente in sabbia (C.N.R. 27 - 1972) superiore a 50;
- g) l'indice di plasticità N.P.
- h) limite liquido $\leq 25\%$
- i) granulometria degli additivi (eventuali) dovranno soddisfare i seguenti requisiti:
 - setaccio UNI 0,18 (ASTM n° 80): passante in peso 100%
 - setaccio UNI 0,075 (ASTM n° 200): passante in peso $\geq 80\%$.

2.2.1.2 Legante

Le caratteristiche dei leganti bituminosi dovranno essere accertate mediante prove di laboratorio prima del loro impiego nella confezione dei conglomerati, e dovranno soddisfare i requisiti riportati nel punto 1.2.1.2 del presente Capitolato.

2.2.1.3 Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare, ogni composizione delle miscele che intende adottare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 -1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 800 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%.I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C .
- il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4 % e il 5% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38 - 1973);
- le miscele di aggregati e leganti idrocarburici dovranno rispondere inoltre anche alle norme C.N.R. 134 -1991;

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

2.2.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni presso Laboratori Ufficiali.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

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

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

2.2.1.5 Prove di laboratorio

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (C.N.R. 40-1973), media di due prove; percentuale di vuoti (C.N.R. 39-1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall;
- la verifica dell'adesione bitume-aggregato secondo la prova ASTM-D 1664/89-80 e/o secondo la prova di spogliamento (C.N.R. 138 -1992);
- le caratteristiche del legante bituminoso.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5\%$ e di sabbia superiore a $\pm 2\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0,25\%$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

2.2.1.6 Prove in sito

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, non sono ammesse tolleranze in difetto. In caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante. La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera. Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

2.3 STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA

2.3.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Accertamenti preventivi:

e caratteristiche e l' idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

2.3.1.1 Inerti

Per strati di collegamento (BINDER):

La miscela degli inerti da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà ricadere nel fuso riportato al punto 1.3.1.3 ed essere assoggettata alle seguenti prove:

| Parametro | Normativa | Unità di misura | Valore |
|--|------------|-----------------|---------|
| Los Angeles (*) | CNR 34/73 | % | ≤ 25 |
| Micro Deval umida (*) | CNR 109/85 | % | ≤ 20 |
| Quantità di frantumato | - | % | ≥ □ 90 |
| Dimensione max | CNR 23/71 | mm | 30 |
| Sensibilità al gelo | CNR 80/80 | % | ≤ □ 30 |
| Spogliamento | CNR 138/92 | % | ≤ □ 5 |
| Passante allo 0.075 | CNR 75/80 | % | ≤ □ 1 |
| Indice appiattimento | CNR 95/84 | % | ≤ 25 |
| Porosità | CNR 65/78 | % | ≤ □ 1,5 |
| (*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati | | | |

- Per strati di usura:

La miscela degli inerti da adottarsi per lo strato di usura dovrà essere assoggettata alle seguenti prove:

- granulometria ricadente nel fuso riportato al punto 1.3.1.3;
- prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, con perdita in peso 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"), inf. 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%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

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

L'aggregato fino (frazione 0.075 – 4 mm) sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti della Tabella n.5 per categoria di traffico "P", della norma C.N.R. BU. 139/92 ed in particolare:

La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione deve essere prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di stabilità e scorrimento, ricavati dalla prova Marshall, che si intendono raggiungere; comunque non deve essere inferiore al 50% della miscela delle sabbie.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, deve avere alla prova “Los Angeles” (C.N.R. B.U. n. 34 del 28.3.73 – Prova C) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature (C.N.R. 27/72) deve essere $\geq 50\%$.

- Passante al setaccio 0.075 (C.N.R. 75/8/0) ≤ 2 .

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti devono soddisfare ai seguenti requisiti:

- potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5, il DPA deve essere ≥ 5 °C (C.N.R. 122/88), alla prova C.N.R. B.U. n. 75 del 08.04.1980 i passanti in peso devono risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

Setaccio UNI 0,18 mm Passante in peso per via umida 100%

Setaccio UNI 0,075 mm Passante in peso per via umida $\geq 80\%$

L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (C.N.R. – UNI 10014)

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 ÷ 8% di bitume ad alta percentuale di asfaltini con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm.

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

2.3.1.2 Legante

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati al punto 1.2.1.2 per il conglomerato bituminoso di base.

2.3.1.3 Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare, ogni composizione delle miscele che intende adottare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

1) Strato di collegamento (binder):

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 i seguenti requisiti:

- la 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 1000 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 compreso tra 300 e 450 (C.N.R. 30-1973).
- Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 6%. 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, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.
- il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4.5 % e il 5.5% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38 - 1973).

2) Strato di usura

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e

sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza.

Il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg].

Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

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 quelli precedentemente indicati;

- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
- d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentisi alle condizioni di impiego prescelte, in permeometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10^{-6} cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

2.3.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni presso Laboratori Ufficiali.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in idoneo luogo previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione. I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti, ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

2.3.1.5 Prove di laboratorio

Valgono le stesse prescrizioni previste al punto 2.2.1.5 del presente Capitolato.

2.3.1.6 Prove in sito

Valgono le stesse prescrizioni previste al punto 2.2.1.6 del presente Capitolato.

2.4 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE

Per il controllo dei requisiti di accettazione valgono le prescrizioni relative dei conglomerati non rigenerati.

2.5 MICROTAPPETI A FREDDO

2.5.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

2.5.1.1 Inerti

Gli inerti da impiegare dovranno essere sottoposti alle seguenti prove di laboratorio:

a) granulometria : la cui curva dovrà essere contenuta nel fuso riportato al punto 1.8.1.3;

Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava;

- prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (C.N.R. 34 -1973), con perdita in peso minore del 18%;
- il coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. determinato su tali pezzature dovrà essere uguale o maggiore di 0,45 (C.N.R. 140 - 1992);
- La porosità dovrà essere $\leq 1.5\%$ (C.N.R. 65 - 1978);
- La quantità di frantumato dovrà essere 100%.

- Il coefficiente di imbibizione (C.N.R. Fasc. n.4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") $\leq 0,015$;
- I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (C.N.R. 95/84)
- La sensibilità al gelo $\leq 20\%$ (C.N.R. 80 -1980);
- Lo spogliamento in acqua a 40°C (con impiego di "dopes" di adesione) 0% (Norma ASTM D1664/80 - CNR.138 -1992)

L'aggregato fino sarà composto da sabbia di frantumazione.

- La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà in ogni modo essere inferiore all' 85% della miscela delle sabbie.
- In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi, da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova Los Angeles, (C.N.R. B.U. n. 34/1973 - Classe "C"), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.
- L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due, dovrà essere maggiore od uguale all' 80% (CNR 27 - 1972).

Gli additivi impiegati dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

a) potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5; il ΔPA dovrà essere $\geq 5^\circ C$;

b) alla prova CNR 75 -1980 i passanti in peso dovranno essere compresi nei seguenti limiti minimi:

- Setaccio UNI 0,40 passante in peso per via umida 100%
- Setaccio UNI 0,18 passante in peso per via umida 90%
- Setaccio UNI 0,075 passante in peso per via umida 80%

c) della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco.

d) l'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (C.N.R. UNI 10014).

2.5.1.2 Legante

Le caratteristiche dei leganti bituminosi dovranno essere accertate mediante prove di laboratorio prima del loro impiego nella confezione dei conglomerati, e dovranno soddisfare i requisiti riportati nel punto 1.8.1.4 del presente Capitolato.

2.5.1.3 Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare, ogni composizione delle miscele che intende adottare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

2.5.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni presso Laboratori Ufficiali.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

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

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti, ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

2.5.1.5 Prove di laboratorio

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo, così come riportato ai punti 1.8.1.4 e 2.5.1.1) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- le caratteristiche del legante bituminoso;

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

2.5.1.6 Prove in sito

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato ogni 500 m di strada o carreggiata.

2.6 MICROTAPPETI A FREDDO CON INERTI CHIARI NATURALI O ARTIFICIALI DA IMPIEGARE IN GALLERIA

2.6.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

2.6.1.1 Inerti

Gli inerti da impiegare nel caso di materiali naturali chiari valgono le stesse prescrizioni indicate nel punto 2.5.1.1.

Nel caso di materiali artificiali chiari, si dovranno effettuare le prove riportate 1.9.1.2.

2.6.1.2 Legante

Le caratteristiche dei leganti bituminosi dovranno essere accertate mediante prove di laboratorio prima del loro impiego nella confezione dei conglomerati, e dovranno soddisfare i requisiti riportati nel punto 1.8.1.4 del presente Capitolato.

2.6.1.3 Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare, ogni composizione delle miscele che intende adottare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

2.6.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando presso Laboratori Ufficiali.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

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

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

2.6.1.5 Prove di laboratorio

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo, così come riportato ai punti 1.8.1.4 e 2.5.1.1) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- le caratteristiche del legante bituminoso;

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

2.6.1.6 Prove in sito

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata.

2.7 PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA

Le pavimentazioni saranno costituite da cubetti di porfido o di porfiroide o di sienite o diorite o leucitite o di altre rocce idonee, nell'assortimento che verrà di volta in volta indicato dalla Direzione dei Lavori, e posti in opera come specificato in seguito; comunque si farà riferimento alle "Norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali", fascicolo n. 5 C.N.R. Ed. 1954.

2.7.1 Materiali.

I materiali costituenti i cubetti saranno sottoposti alle prove riportate nel fascicolo C.N.R. n°5 “Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per le costruzioni stradali” del C.N.R. Fasc. 4 – 1953).

Quella da impiegare per il riempimento dei giunti dovrà passare per almeno l'80% al setaccio 2 della serie U.N.I..

Tali prove dovranno essere condotte in fase preliminare per la qualificazione dei materiali, in fase esecutiva le medesime saranno condotte con frequenza settimanale e comunque ogni 500 m2 di pavimentazione realizzata.

2.7.2 Posa in opera

La posa in opera dei cubetti dovrà essere effettuata secondo le indicazioni riportate nel punto 1.10.2 del presente Capitolato.

2.7.3 Sigillature dei giunti

Il lavoro dovrà essere effettuato secondo le indicazioni riportate nel punto 1.10.3 del presente Capitolato.

Il bitume da impiegare dovrà avere penetrazione 30 – 40.

La frequenza dei controlli sarà analoga a quella prevista al punto 2.2.1.2.

2.8 CORDOLI

I cordoli saranno realizzati direttamente in opera mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con $R_{ck} = 30$ MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa.

I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa.

I cordoli a protezione della banchina in terra saranno eseguiti contemporaneamente alla pavimentazione dalla macchina finitrice, avranno sezione trapezoidale con basi di 8 e 5 cm ed altezza media di 4 cm, oppure con basi di 10 e 5 cm ed altezza media di 6 cm.

Cordoli realizzati in opera

Per questa tipologia, si dovrà procedere al prelievo di campioni di calcestruzzo con una frequenza e quantità, da soddisfare le indicazioni riportate ai punti 1.5 e seguenti, 1.6 e seguenti della sezione “calcestruzzi” del presente Capitolato.

Cordoli prefabbricati

Ogni partita dovrà essere accompagnata dai corrispondenti certificati attestanti la qualità dei materiali utilizzati per la loro realizzazione, nonché la certificazione attestanti le dimensioni dell'elemento.

Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà comunque essere posta in opera, fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di 4 provini.

Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tali elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo magro, ed attestati, lasciando tra le teste contigue lo spazio di 0.5 cm, che verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg/m^3 di sabbia.

2.9 GRIGLIATO PREFABBRICATO PER PAVIMENTAZIONI

Le pavimentazioni drenati verranno realizzate in manufatti in calcestruzzo vibrocompreso ad unico impasto, modello di dimensioni 33x40 tipo “grigliato”, ed aventi le seguenti caratteristiche tecniche :

2.9.1 Materiali.

spessore cm 9-10

dimensioni cm 33 x 40

destinazione d'uso traffico leggero, scarpate, parcheggi, zone verdi

percentuale di foratura 52%

peso kg/m^2 130 ca.

pezzi per m^2 in opera 7,5

colore grigio

massa volumica media $> 2200 \text{ kg/m}^3$
 resistenza media a compressione $\geq 600 \text{ kg/cm}^2$
 assorbimento d'acqua medio $\leq 6 \%$
 antigelività secondo la norma UNI 7087

Il singolo elemento prefabbricato dovrà essere realizzato in calcestruzzo vibrocompresso costituito da inerti naturali della Valdadige (granulometria da 0 a 8 mm) e cemento ad alta resistenza conforme alla norma UNI ENV 197/1, il tutto per ottenere una curva granulometrica ottimale le percentuali di area verde e pavimentazione sono rispettivamente del 40% e 60% i blocchi dovranno avere più fori romboidali passanti e, una volta accostati, tra i blocchi stessi si formeranno altre cavità lungo il perimetro.

La pavimentazione finita si dovrà presentare come una griglia costituita da un reticolo di calcestruzzo i cui fori potranno, secondo i casi, essere riempiti di Humus e coltivati a prato o riempiti da speciali tozzetti aventi dimensioni cm. 10,80x8,90 e spessore cm. 9, di colore rosso o verde, al fine di formare una superficie continua atta al pedonamento senza particolari disagi e/o creare delle strisce di colore diverso dalla base per la delimitazione di parcheggi, divisioni di aree, decori, ecc

2.9.2 Posa in opera

La posa dovrà seguire il seguente ordine:

- sistemazione strato di fondazione costituito da stabilizzato
- stesura e staggatura di un fondo di allettamento di sabbia/ghiaio con diametro 4/8mm per uno spessore di cm. 5
- posa in opera dei masselli
- eventuali tagli eseguiti a spacco

- battitura della pavimentazione con piastra vibrante provvista di tappeto in gomma protettiva
- spolvero con sabbia per le sigillature dei giunti
- intasamento dei vuoti con misto sabbia e terra vegetale e la successiva semina di miglio di specie erbacee.

ART. 13**- BARRIERE E PARAPETTI -**

INDICE

- 1.0 Generalità
- 1.1 Caratteristiche delle barriere di sicurezza in acciaio
- 1.2 Caratteristiche dei parapetti metallici
- 1.3 Prove tecniche (statiche dinamiche) sulle barriere
- 1.4 Barriere di sicurezza tipo "NEW JERSEY"
 - 1.4.1 Generalità
 - 1.4.2 Descrizione delle opere
 - 1.4.3 Barriere "NEW JERSEY" in conglomerato cementizio
 - 1.4.4 Barriere "NEW JERSEY" in acciaio

1.0 Generalità

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. (dopo l'approvazione del progetto esecutivo).

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. 03-06-1998:

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) Decreto del Ministero LL.PP in data 15-10-1996, che aggiorna il D.M. 18-2-1992 n. 223;
- 3) Circolare Ministero LL.PP. n. 2595 del 9-06-1995;
- 4) Circolare Ministero LL.PP. n. 2357 del 16-5-1996;
- 5) Circolare Ministero LL.PP. n. 4622 del 15-10-1996;
- 6) Circolare Ente ANAS n. 748 del 26-7-1996;
- 7) D.M. 9 gennaio 1996 e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 252 del 15-10-1996;
- 8) Decreto del Ministero LL.PP in data 03-06-1998;
- 9) Decreto del Ministero LL.PP in data 11-06-1999;
- 9) Circolare Ministero LL.PP. del 06-04-2000;
- 10) UNI EN 1317.1-2;
- 11) Decreto del Ministero Infrastrutture e Trasporti in data 21-06-2004

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. 03-06-1998), dovrà essere comprovato, in attesa delle omologazione ufficiali pronunciate dal succitato Decreto, con "certificazioni di prove d'impatto al vero" (crashtest) 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. 03-06-1998 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).

I parapetti su opere d'arte stradali (ponti, viadotti, sottovia o cavalcavia, ecc., muri di sostegno) verranno installati in corrispondenza dei cigli dei manufatti .

Le barriere ed i parapetti devono avere caratteristiche tali da resistere ad urti di veicoli e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualsiasi punto.

Inoltre devono assicurare il "contenimento" dei veicoli collidenti sulla barriera (e tendenti alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale) nelle migliori condizioni di sicurezza possibile.

Per gli altri tipi di barriere di sicurezza, che dovranno essere realizzate secondo le istruzioni tecniche previste dal D.M. del 03-06-1998 e successive modifiche ed integrazioni, ed a norma delle disposizioni ed istruzioni sopra elencate, il progetto esecutivo indicherà e prescriverà peraltro: le caratteristiche specifiche costruttive, la loro tipologia strutturale ed i materiali da impiegare nel rispetto delle norme di Legge vigenti.

1.1 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/m^2 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.

1.2 Caratteristiche dei parapetti metallici

I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere avanti descritte, e cioè da una serie di sostegni verticali in profilato metallico, da una fascia orizzontale metallica, fissata ai sostegni a mezzo di distanziatori, e da un corrimano in tubolare metallico posto ad altezza non inferiore a m 1 dal piano della pavimentazione finita.

I parapetti realizzati sui ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.) dovranno rispondere alle norme previste dal D.M. 14/01/2008.

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 14 gennaio 2008 e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 252 del 15-10-1996, mentre per altri tipi di acciaio o di metallo si dovrà fare riferimento alle Norme U.N.I. corrispondenti o ad altre eventuali comunque richiamate dal predetto D.M..

I sostegni per parapetti saranno in profilato di acciaio in un solo pezzo opportunamente sagomato ed avranno, per la parte inferiore reggente la fascia, caratteristiche di resistenza pari a quelle richieste per i sostegni delle barriere.

L'interasse dei sostegni è indicato nella corrispondente voce di Elenco.

Per ogni singolo manufatto, si dovrà fornire in progetto un grafico dal quale risulti lo schema di montaggio del parapetto.

I sostegni saranno di norma alloggiati, per la occorrente profondità, in appositi fori di ancoraggio predisposti, o da predisporre dalla stessa Impresa, sulle opere d'arte e fissati con adeguata malta secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate della D.L..

I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate dalla Direzione dei Lavori altrettanto pure il ripristino delle superfici manomesse.

La fascia dovrà essere uguale a quella impiegata per la barriera, ed essere posta in opera alla stessa altezza di quest'ultima dal piano della pavimentazione finita, anche se l'interasse dei sostegni risulterà inferiore.

Il corrimano, in tubolare metallico delle dimensioni esterne non inferiore a mm 45 e spessore non inferiore a mm 2,4, sarà fissato allo stesso sostegno della fascia.

Tutte le parti metalliche dei parapetti dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360 ed assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno.

I quantitativi minimi di zinco saranno di grammi 300 per metro quadrato e per ciascuna faccia; i controlli dei quantitativi di zinco saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme ASTM n. A 90/53 ed UNI 5744/66.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni) 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.

1.3 Prove tecniche (statiche dinamiche) sulle barriere

Le prove (statiche dinamiche) d'impatto al vero (crash-test) per la valutazione sia delle caratteristiche prestazionali e sia dell'efficienza delle barriere di sicurezza stradali (da realizzare a norma del D.M. 03-06-1998 e successive modifiche ed integrazioni), dovranno essere eseguite, come previsto dalle Circolari del Ministero LL.PP del 15-10-1996 e del 06-04-2000, presso i sottoelencati istituti autorizzati:

- il Centro prove per barriere di sicurezza stradali di Anagni -Centro rilevamento dati sui materiali di Fiano Romano della società Autostrade S.p.a.;
- il Laboratorio L. I. E. R., Laboratoire d'essais INRETS - Equipments de la Route, con sede in D29 Route de Crèmiieu B.P. 352 69125 Lyon Satolas Aeroport – Francia;
- TUV BAYERN SACHSEN E. V. – Institut für Fahrzeugtechnik GmbH, con sede in Daimlerstraße, 11 D-85748 GARCHING (Repubblica Federale Tedesca).

1.4 Barriere di sicurezza tipo "NEW JERSEY"

1.4.1 Generalità

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 zone, ai margini della carreggiata stradale, da proteggere mediante la installazione di barriere, sono quelli previsti dall'art. 3 delle istruzioni del D.M. 03-06-1998 e successive modifiche ed integrazioni.

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, dette barriere stradali di sicurezza dovranno essere progettate e realizzate a norma delle seguenti disposizioni ed istruzioni:

- 1) Decreto del Ministero LL.PP. in data 15-10-1996, che aggiorna il D.M. 18-2-1992 n. 223 ;
- 2) Circolare. Ministero LL.PP. n. 2595 del 9-06-1995,
- 3) Circolare. Ministero LL.PP. n. 2357 del 16-5-1996,
- 4) 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.

Nel caso di "barriere di sicurezza" da installare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.), le stesse dovranno soddisfare oltre che alle disposizioni tecniche sopra elencate anche alle 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" devono assicurare, sia l'invalicabilità e sia il "contenimento" dei veicoli collidenti sulla barriera (e tendenti alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale) nelle migliori condizioni di sicurezza possibile.

1.4.2 Descrizione delle opere

Gli elementi prefabbricati in calcestruzzo o in metallo con profilo New Jersey possono essere utilizzati nello spartitraffico centrale, nelle protezioni laterali, quali ponti o viadotti esistenti, di nuova costruzione, o ampliati.

Nello spartitraffico, a seconda della sua struttura o dimensione, si potrà utilizzare il tipo "monofilare" o "bifilare" poggiando gli elementi direttamente al suolo e collegandoli tra loro con una piastra d'acciaio al piede, nel caso di bifilari, con una piastra al piede ed in testa o un'altra piastra oppure con una barra "diwidag" con manicotto nel caso di monofilari.

Sulle opere d'arte stradali (ponti, viadotti, muri di sostegno, ecc.) potranno essere impiegate barriere "a profilo geometrico tipo New Jersey", a struttura metallica, aventi un peso proprio contenuto (non superiore a 150 Kg/m), rispetto a quelle in calcestruzzo (le quali registrano un peso proprio medio di circa 840 Kg/m), in special modo ove rimane difficoltoso, gravoso ed oneroso intervenire con idonea "riqualificazione" strutturale delle solette e/o delle travi di bordo.

1.4.3 Barriere "NEW JERSEY" in conglomerato cementizio

Esse avranno la sezione indicata nella relativa voce di Elenco e 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 ed, 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 (R_{ck}) non inferiore a 30 N/mm².

Sono a carico dell'Impresa tutti gli oneri per ogni rifinitura e per la predisposizione delle zone di appoggio 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 dei pneumatici, in caso di fuoriuscita di veicoli, anche pesanti, dalla carreggiata stradale.

Per quanto riguarda il profilo delle barriere "NEW JERSEY" dovrà essere rispettata la sezione tipo prevista dal progetto ed in particolare i segmenti rettilinei del profilo stesso dovranno essere raccordati tra di loro con tratti curvilinei di raggio prefissato.

1.4.4 Barriere "NEW JERSEY" in acciaio

Esse avranno la sezione indicata nella relativa voce di Elenco e saranno e 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.

Per quanto riguarda il profilo delle barriere "NEW JERSEY" dovrà essere rispettata la sezione tipo prevista dal progetto ed in particolare i segmenti rettilinei del profilo stesso dovranno essere raccordati tra di loro con tratti curvilinei di raggio prefissato.

Esse avranno una struttura metallica prefabbricata con profilo geometrico tipo "New Jersey", costituita da elementi modulari metallici, in acciaio zincato non inferiori al tipo Fe 360 B collegati tra loro tramite cerniere od altri dispositivi, adatti ad un effetto "catenaria" in caso d'urto di veicolo.

Superiormente agli elementi modulari saranno posizionati i corrimano, in tubolari d'acciaio non inferiori al tipo Fe 510 B, zincati a caldo, aventi una sezione (nominale) di non meno 14 cm.

Tubolari sostenuti da opportuni montanti verticali in acciaio zincato rastremati e/o sagomati.

Detti elementi modulari avranno sistemi e dispositivi "duttili" di collegamento, per l'ancoraggio al piano d'appoggio (marciapiede o pertinenza laterale), costituiti da tasselli in acciaio ad alta resistenza di classe 8.8, zincati a caldo, (es.: tipo LIEBIG ULTRAPUS filettatura M20x360 mm o tipo HILTI HUC-1 filettatura M20x360 od altri tasselli equivalenti idonei e congruenti).

I tasselli d'ancoraggio, posti ad interasse (previsto dal progetto), dovranno essere "duttili" ed in grado di non trasmettere alla struttura del viadotto le sollecitazioni prodotte da veicoli collidenti sulla barriera.

Le barriere metalliche dovranno comunque essere in grado di ridirezionare con sufficiente grado di sicurezza i veicoli in urto sulla barriera.

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 dei pneumatici, in caso di fuoriuscita di veicoli, anche pesanti, dalla carreggiata stradale.

Gli elementi modulari metallici della barriera potranno essere chiusi sul lato esterno, per motivi d'impatto ambientale, con mantello (leggero) in lamiera d'acciaio zincata eventualmente verniciata per motivi d'impatto ambientale.

Comunque la barriera stradale metallica a profilo "New Jersey" (per viadotti ed opere d'arte stradali), non dovrà superare il peso unitario di 150 Kg/ml, e dovrà essere del tipo "H4a,b" (ex B3).

La relativa voce di elenco potrà prescrivere, anche parzialmente, le caratteristiche tecniche costruttive previste dal progetto esecutivo ed indicherà gli eventuali oneri aggiuntivi previsti per la realizzazione e posa in opera.

Detta barriera in acciaio dovrà avere lo scopo di ridurre considerevolmente le sollecitazioni, indotte sulle mensole laterali e/o cordoli di bordo, delle suddette opere d'arte stradale.

Inoltre dette barriere metalliche potranno essere, ove la riqualificazione strutturale degli impalcati risulti particolarmente onerosa, di adeguata composizione e resistenza e saranno realizzate da elementi prefabbricati modulari (di appropriata lunghezza, peraltro prevista dal progetto) e comunque saranno installate in opera secondo e le prescrizioni progettuali e le indicazioni dettate dalla Direzione dei lavori.

ART. 14

- MANUFATTI IN LAMIERA D'ACCIAIO ONDULATA -

INDICE

- 1.0. Manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata
- 2.0. Montaggio dei manufatti
- 2.1 Tombini ad elementi incastrati o imbullonati
- 2.2. Condotte portanti a piastre multiple
- 2.3 Tubi perforati per drenaggi
- 2.3. Costipamento laterale e riempimento
- 3.0. Controlli

1.0. Manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata

Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi aventi struttura portante in lamiera di acciaio ondulata, con onda normale alla generatrice, a piastre multiple o ad elementi incastrati.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà avere uno spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI; dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHO M 167-70 e AASHO M 36-70 e dovrà avere un contenuto in rame non inferiore allo 0,20%, e non superiore allo 0,40%, ed avere un carico unitario di rottura non minore di 340 MPa; sarà protetto su entrambe le facce da zincatura applicata a caldo, dopo l'avvenuto taglio e piegature dell'elemento, in quantità non inferiore a 305 g/m² per faccia.

L'Impresa per ogni singolo manufatto dovrà richiedere al prefabbricatore, che operi in regime di assicurazione di qualità, secondo quanto stabilito dall'art. 9 della legge 05/11/71 n. 1086, la seguente certificazione e documentazione:

- una certificazione del produttore attestante la qualità dell'acciaio e la quantità di zinco applicata su ciascuna faccia;
- il progetto esecutivo dell'opera, adattato alla situazione effettiva del luogo, con le caratteristiche geometriche, lo spessore delle lamiere, le modalità ed i particolari di montaggio;
- una relazione di calcolo con la verifica della stabilità statica della struttura in funzione delle dimensioni, delle specifiche condizioni di carico nonché dei carichi accidentali. La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati, adottando uno dei metodi della Scienza delle Costruzioni (anello compresso, stabilità all'equilibrio elastico, lavori virtuali) sempre però con coefficiente di sicurezza non inferiore a 4.

Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non zincate, ecc.

Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi, si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento realizzato con adeguato mastice bituminoso o asfaltico, avente uno spessore minimo di mm 1,5 inserito sulla cresta delle ondulazione e dovrà corrispondere ad un peso unitario di 1,5 Kg/m² per faccia applicato a spruzzo od a pennello, ovvero con bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo, negli stessi quantitativi precedentemente indicati.

Tassativamente si prescrive che lo scarico e la movimentazione delle lamiere in cantiere dovrà essere fatta con idonee cautele per non danneggiare il rivestimento, tanto di zinco quanto bituminoso.

La condotta metallica dovrà essere posata su un letto uniforme, omogeneo, stabile e resistente, evitando fondi rigidi con asperità; in ogni caso si sconsiglia la posa della struttura direttamente sopra un fondo roccioso o una piattaforma di conglomerato cementizio.

Il letto di posa sarà sagomato come il profilo del fondo della condotta per permettere un mutuo accoppiamento perfetto.

Nel caso di terreno a debole portanza si dovrà eseguire una bonifica del piano di posa asportando il materiale per la profondità necessaria; si dovrà poi riempire lo scavo con materiale da rilevato compattandolo convenientemente.

In presenza invece di un fondo roccioso si dovrà interporre tra la struttura ed il fondo un materiale granulare compatto di 30 cm di spessore. In ogni caso si interporrà tra condotta e fondo uno strato di sabbia monogranulare asciutta e pulita dello spessore di 10 cm.

Tale strato non sarà compattato per permettere una perfetta aderenza tra condotta e fondo e dovrà essere esteso in larghezza fino all'attacco delle piastre d'angolo con il fondo.

A titolo orientativo vengono qui di seguito riportati i dati relativi ai tipi commercialmente in uso, non escludendosi la possibilità di adottare, ferme restando la qualità dell'acciaio e le prescrizioni relative alla zincatura, tipi aventi caratteristiche geometriche similari, rispondenti a tutti i requisiti di stabilità che dovranno risultare da verifiche statiche, estese a tutti gli elementi strutturali, tenendo conto dei carichi esterni applicati e con l'adozione dei metodi della Scienza delle Costruzioni.

2.0. Montaggio dei manufatti

2.1. Tombini ad elementi incastrati o imbullonati

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 67,7 (pollici 2 e $\frac{2}{3}$) e la profondità di mm 12,7 ($\frac{1}{2}$ pollice); la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di m 0,61 (2 piedi).

Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni cilindriche ondulate, curvate al diametro prescritto, dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad “incastro”, il bordo del diritto dell'altro elemento.

Nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari dovranno essere sfalsate, facendo sì che ogni elemento superiore si innesti sulla metà circa dei due elementi inferiori corrispondenti.

Gli appositi elementi verranno legati tra loro, in senso longitudinale, mediante appositi ganci in acciaio zincato.

Le forme impiegabili, nel tipo ad elementi incastrati, saranno: la circolare con diametro variabile da m 0,30 a m 1,50 e che potrà essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro e la policentrica, anche ribassata, con luce minima di m 0,40 e luce massima di m 1,75.

2.2 A piastre multiple per tombini e sottopassi

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 152,4 (pollici 6) e la profondità di mm 50,8 (pollici 2). Il raggio della curva interna della gola dovrà essere almeno di mm 28,6 (pollici 1 e $\frac{1}{8}$).

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di m 0,61.

I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a $\frac{3}{4}$ di pollice ed appartenere alla classe 8.8 (Norme UNI 3740).

Le teste di bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle.

Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno circolari, con diametro compreso da m 1,50 a m 6,40 e potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate con luce variabile da m 1,80 a m 6,50 ad arco con luce variabile da m 1,80 a m 9,00; policentriche (per sottopassi) con luce variabile da m 2,20 a m 7,00.

Peraltro e conformemente all'uso americano, per conseguire una riduzione di peso e quindi una economia per l'Amministrazione, sarà opportuno ammettere la lunghezza delle piastre comprese tra 1,75 e 2,50 m pur non essendo tali misure multipli esatti di 0,61 come avanti detto.

Infine la coppia dinamometrica di serraggio per i bulloni dovrà, al termine del serraggio risultare tra 18 e 27.

Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente) un vano opportunamente profilato e accuratamente compattato, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm) avente spessore di almeno 30 cm.

Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici, o con pestelli a mano nei punti ove i primi non siano impiegabili.

Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 cm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a “contatto” della struttura metallica.

Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura in conformità dei tipi adottati.

2.3 Tubi perforati per drenaggi.

I tubi per drenaggio avranno struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco, in modo che una sezione normale alla direzione dell'onda rappresenti una linea simile ad una sinusoidale.

L'acciaio della lamiera ondulata, dello spessore minimo di mm 1,2 - con tolleranza UNI (Norme UNI 2634) - dovrà avere carico unitario di rottura non inferiore a 340 N/mm^2 e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo le Norme UNI 5744-66 e 5745-75 con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato.

Di norma l'ampiezza dell'onda sarà di mm 38 (pollici $1, \frac{1}{2}$) ed una profondità di mm 6,35 ($\frac{1}{4}$ di pollice).

Sulle condotte saranno praticati dei fori del diametro di 0,9 cm (tolleranza 0,1 cm) che saranno distribuiti in serie longitudinale con interasse di 38 mm, tutti disposti in un quarto di tubo.

I singoli tronchi, di lunghezza non superiore a 9 m, saranno uniti tra loro mediante fasce di giunzione da fissare con bulloni.

2.4 Costipamento laterale e riempimento

Il materiale di rinfiacco della condotta dovrà essere compattato ed eventualmente inumidito per facilitare la sua penetrazione sotto i quarti inferiori delle strutture circolari o sotto le piastre angolari di base nelle sezioni ribassate o policentriche.

Dovrà essere posato e compattato a strati orizzontali di spessore non superiore a 30 cm, disposti in modo che il livello di interrimento risulti simmetrico sui due lati del manufatto.

La compattazione di ogni strato dovrà soddisfare le indicazioni già riportate alla sezione "Movimenti terra" del presente Capitolato.

Nel corso della fase di costipamento in vicinanza della condotta si dovranno utilizzare preferibilmente pestelli pneumatici per evitare di arrecare danni alla condotta stessa. In ogni caso si consiglia di utilizzare con prudenza mezzi meccanici pesanti.

Il rilevato realizzato e costipato intorno alla struttura dovrà estendersi per almeno tre volte il diametro o la luce della condotta e il terreno impiegato per tale rilevato sarà normalmente costituito dal materiale adottato per la realizzazione dello stesso corpo stradale.

Si dovrà inoltre evitare il passaggio dei mezzi di cantiere sulla condotta senza un adeguato ricoprimento della struttura che assicuri un'ideale ripartizione del carico al fine di non generare, nel manufatto, sollecitazioni superiori a quelle previste dal calcolo.

3.0. Controlli

La Direzione Lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione degli elementi componenti i manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate.

Si procederà al collaudo tecnologico per l'accettazione della fornitura dei materiali prelevando, al momento dell'arrivo in cantiere, a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, alla presenza di un rappresentante dell'Impresa stessa, alcuni elementi componenti la fornitura.

Di tale operazione verrà redatto apposito verbale firmato dalle parti.

La frequenza dei prelievi sarà di un elemento per ogni partita di 10 t di materiale e, comunque, non meno di uno per ogni singolo manufatto.

Le prove chimiche e meccaniche sugli elementi prelevati, da eseguire a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, presso un laboratorio Ufficiale, dovranno accertare la qualità e la resistenza a rottura dell'acciaio, nonché lo spessore dell'elemento e quello del rivestimento di zinco su entrambe le facce (vedi norma UNI 5742-66), nonché dell'eventuale mastice bituminoso asfaltico.

La Direzione dei Lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione dei manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate ed effettuare, presso lo stabilimento di produzione, le prove chimiche e meccaniche per accertare la qualità e lo spessore del materiale; tale controllo potrà essere fatto in una qualunque delle fasi di fabbricazione senza peraltro intralciare il normale andamento della produzione.

Il controllo del peso di rivestimento di zinco sarà effettuato secondo le norme indicate dalle specifiche ASTM A 90-53. Il controllo della centratura della zincatura sarà eseguito immergendo i campioni in una soluzione di CuSO_4 nella misura di g 36 ogni g 100 di acqua distillata (come previsto dalle tabelle U.N.I. 1475, 1476, 4007). Essi dovranno resistere alla immersione senza che appaiano evidenti tracce di rame.

La Direzione dei Lavori si riserva inoltre, per ogni fornitura di condotte ondulate in acciaio, di far eseguire apposite analisi, presso un Laboratorio ufficiale, su campioni prelevati in contraddittorio con l'Impresa, per accertare la presenza del rame nell'acciaio nelle prescritte quantità.

Analoghe analisi potranno essere fatte eseguire per l'accertamento del peso del rivestimento di zinco e della relativa centratura.

L'Impresa dovrà comunque, per ogni fornitura effettuata, presentare alla Direzione dei Lavori una valida certificazione rilasciata dal produttore o dal fornitore del materiale attestante la sua esatta composizione chimica e le sue caratteristiche fisiche.

Il controllo dello spessore verrà fatto sistematicamente ed avrà esito positivo se gli spessori misurati in più punti del manufatto rientrano nei limiti delle tolleranze prescritte.

Nel caso gli accertamenti su un elemento non trovino corrispondenza alle caratteristiche previste ed il materiale presenti evidenti difetti, saranno presi in esame altri 2 elementi; se l'accertamento di questi 2 elementi è positivo si accetta la partita, se negativo si scarta la partita.

Se un elemento è positivo e l'altro no, si controllano 3 elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita.

I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza del $\pm 5\%$.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera di ciascuna partita soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e avrà constatato la rispondenza dei risultati con le caratteristiche sopra descritte.

In caso di esito negativo la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

I pesi dei manufatti tubolari in lamiera ondulata, in rapporto allo spessore dei vari tipi impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite preventivamente da ogni fabbricante, con una tolleranza di $\pm 4\%$.

Verrà, inoltre, verificato il peso effettivo risultante da apposito verbale di pesatura eseguito in contraddittorio e qualora il peso effettivo sia inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura.

Durante la posa in opera, si dovrà verificare che l'appoggio dell'elemento sia costituito da un letto uniforme, omogeneo, stabile, resistente, evitando la posa in opera direttamente su fondo roccioso o su una piattaforma di calcestruzzo, rispettando le indicazioni riportate nel punto 1.0 del presente Capitolato.

Lo stato di addensamento del materiale utilizzato per il rinfianco, verrà determinato con le stesse modalità riportate alla sezione "Movimenti di Terra" del presente Capitolato.

ART. 15

- OPERE DI CONSOLIDAMENTO -

INDICE

- 1.0 Classificazione, definizioni e normative
- 1.1. Classificazione
- 1.2. Definizioni
- 1.3. Normative di riferimento
- 2.0 TIRANTI DI ANCORAGGIO
- 2.1 Elementi costitutivi dei tiranti e delle barre di ancoraggio
- 2.2 Prove tecnologiche preliminari
- 2.3 Soggezioni geotecniche, idrogeologiche e ambientali
- 2.4 Materiali ed elementi costruttivi
- 2.4.1 Acciai e dispositivo di bloccaggio
- 2.4.2 Armature metalliche
- 2.4.2.1 Trefoli tipo c.a.p.
- 2.4.2.2 Barre - Barre in acciai speciali
- 2.4.3 Apparecchi di testata
- 2.4.3.1 Dispositivi di bloccaggio
- 2.4.3.2 Piastre di ripartizione
- 2.4.4 Miscele di iniezione
- 2.5 Distanziatori, tamponi e condotti di iniezione
- 2.6 Tolleranze geometriche
- 2.7 Perforazione
- 2.8 Allestimento del tirante
- 2.8.1 Iniezione
- 2.8.1.1 Cementazione di 1^a fase
- 2.8.1.2 Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati
- 2.8.1.3 Caratteristiche degli iniettori
- 2.9 Elementi di protezione
- 2.10 Tesatura e collaudo
- 2.11 Protezioni anticorrosive in opera
- 3.0 BARRE D'ANCORAGGIO E BULLONI
- 3.1 Perforazione
- 3.2 Allestimento dell'ancoraggio
- 3.3 Iniezione
- 3.3.1 Iniezione di miscele cementizie
- 3.3.2 Iniezione di resine
- 4.0 CHIODI
- 5.0 MICRODRENI
- 5.1 Generalità
- 5.2 Caratteristiche dei tubi filtranti
- 6.0 TRINCEE DRENANTI
- 7.0 POZZI DRENANTI
- 7.1 Attrezzature
- 7.2 Esecuzione dei collegamenti tra i pozzi
- 7.3 Allestimento definitivo dei pozzi
- 7.3.1 Pozzi drenanti a tutta sezione
- 7.3.2 Pozzi ispezionabili
- 7.3.3 Pozzi drenanti strutturali
- 8.0 TRATTAMENTI COLONNARI

- 8.1 Soggezioni geotecniche ed ambientali
- 8.2 Prove tecnologiche preliminari
 - 8.2.1 Determinazione del diametro medio delle colonne
 - 8.2.2 Carotaggi e prove in sito
- 8.3 Caratteristiche minime dei trattamenti
- 8.4 Tolleranze
- 8.5 Miscele cementizie di iniezione
 - 8.5.1 Caratteristiche dei componenti
- 8.6 Armatura dei trattamenti colonnari
- 9.0 INIEZIONI
- 9.1. Soggezioni geotecniche ed ambientali
 - 9.1.1 Salvaguardia ambientale
 - 9.1.2 Controllo degli stati tenso-deformativi
- 9.2 Tolleranze
- 9.3 Materiali
 - 9.3.1 Miscele cementizie normali
 - 9.3.2 Miscele con cementi microfini
 - 9.3.2.1 Caratteristiche dei cementi e dosaggi
- 9.4 Modalità esecutive
 - 9.4.1 Esecuzione dei trattamenti
 - 9.4.2 Trattamento di impregnazione
 - 9.4.3 Trattamenti di intasamento
 - 9.4.4 Trattamenti di ricompressione

1.0 CLASSIFICAZIONE, DEFINIZIONI E NORMATIVE

1.1. Classificazione

Le opere di cui in appresso sono riferite alla classificazione che segue:

a) **Ancoraggi**

Gli ancoraggi sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:

- Tiranti di ancoraggio
- Barre di ancoraggio e bulloni
- Chiodi.

b) **Dreni**

I dreni sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:

- microdreni
- trincee drenanti
- pozzi drenanti.

c) **Trattamenti colonnari**

I trattamenti colonnari identificano l'esecuzione di colonne di terreno consolidato, ottenute tramite:

- sistemi jetting (jet-grouting)
- mescolazione meccanica.

d) **Iniezioni**

Le iniezioni identificano le attività, finalizzate al miglioramento ed alla impermeabilizzazione dei terreni e delle rocce, realizzate mediante iniezione di:

- miscele cementizie stabili ed instabili
- miscele con cementi microfini stabili.

1.2. Definizioni

Tiranti d'ancoraggio

Per tiranti di ancoraggio si intendono elementi strutturali connessi al terreno o alla roccia, che in esercizio sono sollecitati a trazione. Le forze di trazione sono quindi applicate sulla struttura da tenere ancorata mediante una piastra di ripartizione (testata).

In tali elementi la sollecitazione di trazione è impressa in tutto, o in parte, all'atto del collegamento con l'opera ancorata.

Il tirante si compone delle seguenti parti:

- la testa, costituita dal dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;
- il tratto libero intermedio di collegamento tra testa e tratto attivo;
- il tratto attivo (fondazione), che trasmette al terreno la forza di trazione del tirante.

I tiranti, in relazione alla durata di esercizio, vengono distinti in:

- tiranti provvisori, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo limitato e definito a priori (inferiore a due anni);
- tiranti permanenti, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo commisurato alla vita utile dell'opera ancorata.

Di norma l'armatura dei tiranti di ancoraggio è costituita da un fascio di trefoli in acciaio, tipo c.a.p., solidarizzati al terreno mediante iniezioni cementizie.

Barre di ancoraggio e bulloni

Si tratta di elementi strutturali che, in esercizio, sono sollecitati a trazione, e che sono in grado di assorbire anche eventuali sollecitazioni taglianti.

Si tratta quindi di tiranti particolari, i cui elementi caratteristici sono:

- armatura costituita da una singola barra;
- lunghezza in genere limitata;
- solidarizzazione, di norma, per semplice cementazione.

Analogamente ai tiranti di ancoraggio è possibile operare distinzioni in base alle modalità di applicazione degli sforzi di trazione (attivi e passivi) ed in base alla durata di esercizio (provvisori e permanenti).

I bulloni sono generalmente caratterizzati dalla peculiarità di possedere dispositivi di ancoraggio ad espansione meccanica.

Chiodi

Si tratta di ancoraggi tipicamente passivi, costituiti da elementi strutturali operanti in un dominio di taglio e trazione conseguente ad una deformazione da taglio.

I chiodi sono quindi generalmente privi di testa di ripartizione e con l'armatura costituita da:

- barra in acciaio ad aderenza migliorata;
- profilato metallico;
- barra o tubo in vetroresina, con superficie corrugata o scabra.

Microdreni

I microdreni sono costituiti da fori appositamente realizzati nel terreno mediante sonde di perforazione ed attrezzi con tubi parzialmente o totalmente filtranti.

I microdreni possono avere lunghezza variabile ed essere inclinati fino alla quasi orizzontalità, a seconda dello scopo per cui il progetto ne prevede la installazione.

Trincee drenanti

Le trincee drenanti consistono in scavi di sezione prestabilita, riempiti con materiale arido permeabile, di granulometria selezionata. Le trincee sono di norma eseguite lungo le linee di massima pendenza delle scarpate da proteggere. La loro profondità può variare da 4÷5 m a 10÷15 m, per cui le attrezzature di scavo dovranno essere prescelte in base alle esigenze progettuali e alle loro effettive capacità operative.

Il fondo dello scavo dovrà essere adeguatamente impermeabilizzato, mediante posa di canalette in elementi prefabbricati in c.a. oppure impregnando con bitume il corrispondente tratto dei geotessili impiegati per rivestire le pareti dello scavo.

Pozzi drenanti

I pozzi drenanti sono utilizzati negli interventi di consolidamento di scarpate instabili, allo scopo di intercettare le acque di falda sino a grande profondità.

L'intervento consiste nella realizzazione di batterie di pozzi di diametro generalmente compreso fra 1.2 e 2 m, a interassi variabili fra 6 e 10 m circa, filtranti su tutto il mantello, reciprocamente collegati sul fondo con uno o più collettori di raccolta e scarico.

Le acque di drenaggio vengono smaltite per gravità, realizzando i collettori di fondo con una pendenza in genere non inferiore al 2%.

Trattamenti colonnari jetting (jet-grouting)

Si definiscono trattamenti colonnari jetting gli interventi di consolidamento e miglioramento dei terreni, mediante mescolazione in posto con leganti cementizi, con la tecnica esecutiva basata sull'impiego dei sistemi jetting (ad uno o più fluidi).

Perforato il terreno, l'iniezione jetting viene eseguita di norma in risalita, utilizzando quale circuito di iniezione la batteria di aste di perforazione e l'utensile di disgregazione, opportunamente corredato di ugelli di iniezione.

Per effetto della rotazione dell'asta durante l'estrazione, l'iniezione jetting realizza una colonna il cui diametro medio nominale dipende dalle modalità e dai parametri di iniezione utilizzati (n. dei fluidi, pressioni, velocità di rotazione e di risalita, etc.).

Gli elementi ottenuti, qualora previsto dal progetto, possono essere successivamente armati, utilizzando barre in acciaio ad aderenza migliorata o tubi metallici.

L'inserimento dell'armatura può avvenire a miscela cementizia fresca, per infissione a pressione, oppure riproforando le colonne con fanghi cementizi aventi la stessa composizione della miscela di iniezione.

Iniezioni

Le iniezioni costituiscono una tecnica atta a modificare le caratteristiche meccaniche (resistenza e deformabilità) e le caratteristiche idrauliche (permeabilità) di terreni porosi e di rocce fessurate o fratturate, o aventi cavità di varie dimensioni, per effetto dell'immissione di idonee miscele, attraverso fori di piccolo diametro.

Tali miscele sono dei fluidi (sospensioni, soluzioni, emulsioni) dotate di proprietà reologiche evolutive, inizialmente idonee alla penetrazione nel mezzo poroso o fratturato, e che raggiungono in seguito le caratteristiche adeguate agli scopi del trattamento.

I terreni iniettabili comprendono i terreni alluvionali o detritici, fino ad un certo limite di permeabilità (dalle ghiaie alle sabbie fini) e le rocce (da carsiche a microfessurate).

I trattamenti possono definirsi di:

- impregnazione, quando tendono a riempire i vuoti dei terreni sciolti porosi;
- intasamento, quando tendono a riempire fratture o cavità della roccia;
- ricompressione, quando tendono a formare, nei terreni fini, un reticolo di lenti resistenti e scarsamente deformabili, ottenuto per fratturazione idraulica (claquage).

Le miscele di iniezione consistono in:

- sospensioni di un legante idraulico in acqua con eventuali additivi stabilizzanti (miscele cementizie);
- soluzioni colloidali, ottenute sciogliendo in acqua colloidali puri (silicato di sodio) ed utilizzando reagenti organici (acetato di etile);
- soluzioni pure inorganiche, costituite da soluzioni acquose di silice pura con impiego di reagenti inorganici.

In relazione alla penetrabilità ed alla stabilità le sospensioni cementizie si definiscono:

- miscele cementizie instabili, costituite da miscele binarie, nelle quali la fase solida tende a sedimentare con rilevante cessione di acqua libera (bleeding);
- miscele cementizie stabili, costituite da miscele ternarie (acqua- cemento-bentonite) o da miscele binarie corrette con additivi disperdenti e stabilizzanti;
- miscele con cementi microfini, costituite da miscele binarie, con impiego di cementi macinati e additivati.

1.3. Normative di Riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi e normative.

- D.M. 01 gennaio 2008: Norme tecniche per le costruzioni.
- Decreto Ministeriale 11/03/1988: 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.
- Raccomandazioni A.I.C.A.P. "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce", edizione 1993.
- Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN che saranno richiamate ove pertinenti.

2.0 TIRANTI DI ANCORAGGIO

Le caratteristiche geometriche e strutturali dei tiranti sono definite nel progetto esecutivo.

2.1 Elementi costitutivi dei tiranti e delle barre di ancoraggio

Nelle strutture di ancoraggio che lavorano totalmente o prevalentemente a trazione si distinguono i seguenti elementi:

- a) **Testata**
E' il dispositivo di ripartizione delle sollecitazioni di ancoraggio sulla opera ancorata; è normalmente costituita da una piastra metallica di adeguate dimensioni, dotata di fori passanti per ospitare le armature, con i relativi dispositivi di bloccaggio, ed il condotto di iniezione.
- b) **Armatura**
E' l'elemento destinato a trasmettere le sollecitazioni dalle testate al terreno o alla roccia; è costituita da trefoli o barre, a seconda del tipo di ancoraggio.
- c) **Tratto libero**
E' la parte di armatura che non è solidarizzata al terreno o alla roccia, la cui lunghezza caratterizza la deformabilità dell'ancoraggio.
- d) **Fondazione (Bulbo di ancoraggio)**
E' il tratto di armatura che viene solidarizzato al terreno o alla roccia e trasferisce le sollecitazioni per attrito.
- e) **Canna di iniezione**
E' costituita da un tubo generalmente in PVC, dotato o meno di valvole a manchettes, che viene collegato al circuito di iniezione per la solidarizzazione dell'ancoraggio al terreno o alla roccia. Nei tiranti di ancoraggio fra il tratto libero e la fondazione è di norma interposto un dispositivo di separazione, chiamato sacco otturatore, tenuto in sede da due tamponi posti alle estremità. La funzione del sacco otturatore è di bloccare le eventuali fughe di miscela cementizia attraverso il tratto libero; esso dunque è particolarmente necessario nei tiranti aventi inclinazione prossima all'orizzontale.
Nei tiranti definitivi sono presenti dispositivi atti a realizzare la protezione delle armature anche in corrispondenza del tratto di fondazione. Questo dispositivo è in genere costituito da una guaina in PVC corrugata, dotata di centratori esterni, connessa tramite giunzioni a tenuta all'ogiva o puntale terminale, ed al tampone del sacco otturatore. Un condotto di iniezione, dotato di sfiato, consente di eseguire il riempimento a volume controllato dell'interno di questa guaina (bulbo interno). Nel caso di tiranti a iniezioni selettive, la guaina grecata è collegata alla canna di iniezione e reca incorporate delle valvole a manchettes.

2.2 Prove tecnologiche preliminari

Prima di dare inizio ai lavori, la metodologia esecutiva dei tiranti, quale proposta dall'Impresa, dovrà essere messa a punto dalla stessa, a sua cura, mediante l'esecuzione di un adeguato numero di tiranti preliminari di prova.

Il numero dei tiranti preliminari di prova sarà stabilito dalla Direzione Lavori in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del sottosuolo.

Il numero minimo per le varie tipologie di tiranti di prova potrà essere riferito alle indicazioni fornite in tal senso dalle raccomandazioni A.I.C.A.P..

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti i tiranti progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico.

Le modalità di applicazione e l'entità del carico massimo di prova e così pure la successione dei cicli di carico e scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori, in accordo con eventuali prescrizioni di progetto e con le raccomandazioni A.I.C.A.P su "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" (maggio 1993). I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i tiranti di progetto. Nel caso l'impresa proponga di variare nel corso dei lavori 'la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, dovrà dar corso a sua cura e spese a nuove prove tecnologiche in ragione dello 0,5 % del numero totale dei tiranti ancora da eseguire con un minimo di un tirante prova.

2.3 Soggezioni geotecniche, idrogeologiche e ambientali

Le tecniche di perforazione e le modalità di connessione al terreno dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di tiranti di ancoraggio preliminari di prova, approvati dalla D.L. prima dell'inizio della costruzione dei tiranti di progetto. Particolare cura dovrà essere posta relativamente alla verifica dell'aggressività dell'ambiente nei riguardi del cemento impiegato nella realizzazione della miscela di iniezione dei tiranti.

Tale verifica verrà eseguita, su richiesta della Direzione Lavori a cura e spese dell'Impresa.

L'ambiente verrà dichiarato aggressivo quando:

- il grado idrotimetrico (durezza) dell'acqua del terreno o di falda risulti < 3 °F;
- il valore del pH dell'acqua risulti < 6 ;
- il contenuto in CO₂, disciolta nell'acqua risulti > 30 mg/l;
- il contenuto in NH₄, dell'acqua risulti > 30 mg/l;
- il contenuto in ioni Mg dell'acqua risulti > 300 mg/l;
- il contenuto in ioni SO₄ dell'acqua risulti > 600 mg/l oppure > 6000 mg/kg di terreno secco;
- i tiranti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti a corrente continua non isolati e con potenze maggiori di 50 kW;
- l'opera risulti situata a distanza ≤ 300 m dal litorale marino.

In caso di ambiente aggressivo accertato, l'utilizzo del tipo di cemento dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori e l'impresa dovrà certificarne l'idoneità.

2.4 Materiali ed elementi costruttivi

2.4.1 Acciai e dispositivo di bloccaggio

Gli acciai impiegati nella realizzazione dei tiranti di ancoraggio dovranno essere conformi alle norme del D.M.14.01.2008.

I dispositivo di bloccaggio dovranno essere conformi alle disposizioni dell'allegato "B" della Circolare Ministero LL.PP. 30/06/1980 ed eventuali successivi aggiornamenti.

2.4.2 Armature metalliche

2.4.2.1 Trefoli tipo c.a.p.

Si utilizzeranno trefoli $\Phi 6/10$ " in acciaio liscio; le caratteristiche dei trefoli sono qui di seguito elencate:

- componenti : 7 fili $\Phi 5$ mm
- diametro nominale : 15.20 mm
- sezione nominale : 139 mm²
- tensione effettiva all'1% di allungamento : 225 kN
- tensione di rottura effettiva : 250 kN

- modulo elastico : $E=200 \div 205 \text{ KN/mm}^2$
- limite elastico convenzionale allo 0.1% : $f_p(1)_k 1600 \text{ N/mm}^2$
- tensione di rottura : $f_{ptk} \geq 1800 \text{ N/mm}^2$
- allungamento a rottura su 610 mm : $5.2 \div 5.1\%$
- peso : 1.1 Kg/m

Di conseguenza le tensioni ammissibili sono:

- in esercizio : $\sigma_a \leq 0.6 f_{ptk}$
- in fase provvisoria : $\sigma_{ai} \leq 0.85 f_p(1)_k$

a cui corrispondono i seguenti valori dei carichi di trazione:

- in esercizio : $T \leq 150 \text{ kN}$
- in fase transitoria (*) : $T \leq 180 \text{ kN}$

2.4.2.2 Barre - Barre in acciai speciali

Le barre saranno in acciaio del tipo ad aderenza migliorata (a.m.), di qualità e caratteristiche conformi a quanto specificato nella Sez. VI.

E' consentito, ove espressamente previsto dai disegni di progetto, l'impiego di barre in acciai speciali ed a filettatura continua, tipo Dywidag o simili. Le caratteristiche di tali acciai dovranno essere certificate dal produttore, e verificate a norma dei regolamenti già richiamati.

2.4.3 Apparecchi di testata

2.4.3.1 Dispositivi di bloccaggio

I dispositivi di bloccaggio dei tiranti a trefoli dovranno essere conformi alle disposizioni dell'Allegato "B" della Circolare Ministeriale LL.PP. 30 giugno 1980 ed eventuali successivi aggiornamenti; per i bulloni si farà invece riferimento al D.M. del 01 gennaio 2008.

2.4.3.2 Piastre di ripartizione

Si adotteranno piastre di ripartizione le cui dimensioni dovranno essere scelte in relazione alle caratteristiche geometriche e di portata dei tiranti ed alle caratteristiche di resistenza e deformabilità del materiale di contrasto.

2.4.4 Miscele di iniezione

Saranno usate miscele a base di cemento, aventi la seguente composizione per 1 m^3 di prodotto:

- acqua: 600 kg;
- cemento: 1200 kg;
- additivi: 10÷20 kg.

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro, inferiore allo 0,05% in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri, inferiore allo 0,15% in peso.

L'acqua dovrà essere conforme alle norme UNI 7163 dell'aprile 1979.

Gli additivi non dovranno essere aeranti.

La miscela dovrà presentare i requisiti seguenti, periodicamente controllati durante le lavorazioni.

2.5 Distanziatori, tamponi e condotti di iniezione

I distanziatori avranno lo scopo di disporre l'armatura di ancoraggio nel foro di alloggiamento in modo che sia garantito il ricoprimento dell'acciaio da parte della miscela di iniezione.

La forma dei distanziatori dovrà quindi essere tale da consentire il centraggio dell'armatura nel foro di alloggiamento durante tutte le fasi di manipolazione e nello stesso tempo non dovrà ostacolare il passaggio della miscela; in ogni caso in corrispondenza del distanziatore la sezione libera di foro deve essere pari ad almeno due volte la sezione del condotto di iniezione.

I distanziatori dovranno essere realizzati in materiali non metallici di resistenza adeguata agli sforzi che devono sopportare ed essere disposti a intervalli non superiori a 5 m nel tratto libero; nel tratto di fondazione saranno

(*) Per prove di collaudo o per brevi fasi di carico temporanee.

intercalati da legature e disposti a intervalli di 2,0-2,5 m in modo da dare al fascio di trefoli una conformazione a ventri e nodi.

Per armature costituite da barre i distanziatori non saranno alternati a legature.

I tamponi di separazione fra la parte libera e la fondazione dovranno essere impermeabili alla miscela e tali da resistere alle pressioni di iniezione.

I tamponi dovranno essere realizzati o con elementi meccanici o con elementi chimici (materiale iniettato) aventi caratteristiche tali da garantire l'armatura dalla corrosione.

Le caratteristiche dei condotti di iniezione da impiegare dovranno essere tali da soddisfare i seguenti requisiti:

- avere resistenza adeguata alle pressioni di iniezione risultando cioè garantiti per resistere alla pressione prevista con un coefficiente di sicurezza pari ad 1,5 e comunque avere una pressione di rottura non inferiore a 10 bar;
- avere diametro interno minimo orientativamente pari a 10 mm nel caso in cui non siano presenti aggregati, pari a 16 mm in caso contrario; ciò al fine di consentire il passaggio della miscela d'iniezione.

2.6 Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse nella realizzazione dei fori sono le seguenti:

- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di progetto e non superiore del 10% di tale diametro;
- la lunghezza totale di perforazione dovrà risultare conforme al progetto;
- la variazione di inclinazione e di direzione azimutale non dovrà essere maggiore di $\pm 2^\circ$;
- la posizione della testa foro non dovrà discostarsi più di 10 cm dalla posizione di progetto.

La lunghezza totale dell'armatura e la lunghezza del tratto attivo, posizionato nella parte terminale della perforazione, dovranno risultare conformi alle indicazioni progettuali.

2.7 Perforazione

La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercolazione, in materie di qualsiasi natura e consistenza, compreso calcestruzzo, murature, trovanti e/o roccia dura, anche in presenza di acqua.

Il foro potrà essere eseguito a qualsiasi altezza e l'impresa dovrà provvedere ad eseguire idonei ponteggi ed impalcature, rispondenti a tutte le indicazioni di Legge.

Il foro dovrà essere rivestito nel caso che il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti del foro durante e dopo la posa delle armature; in roccia si rivestirà il foro nei casi in cui:

- l'alterazione e la fessurazione della roccia siano tali da richiederlo per assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature;
- la natura della roccia sia tale da far temere la formazione di spigoli aguzzi lungo le pareti del foro, suscettibili di danneggiare le guaine di protezione.

Il fluido di perforazione potrà essere acqua, aria, una miscela di entrambi, oppure, unicamente per perforazioni in terreni sciolti, un fango di cemento e bentonite.

L'impiego di aria non è consentito in terreni incoerenti sotto falda.

Al termine della perforazione si dovrà procedere al lavaggio del foro con acqua o aria.

Nel caso coi terreni con prevalente componente argillosa, di rocce marnose tenere e terreni argillosi sovraconsolidati, il lavaggio sarà eseguito con sola aria, evitando l'utilizzo di fluidi di perforazione.

Quando sia previsto dal progetto e sia compatibile con la natura dei terreni, si potranno eseguire, mediante l'impiego di appositi utensili allargatori, delle scampanature di diametro noto, regolarmente intervallate lungo la fondazione del tirante. In base alle indicazioni emerse nel corso della esecuzione dei tiranti preliminari di prova e comunque in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili, l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, a preventive iniezioni di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione Lavori.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente. Nel caso di perforazione a roto-percolazione con martello a fondo foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata $\geq 10 \text{ m}^3/\text{min}$;
- pressione $\geq 8 \text{ bar}$.

2.8 Allestimento del tirante

Ultimata la rimozione dei detriti si provvederà all'allestimento del tirante:

- riempimento del foro con miscela cementizia (cementazione di 1^a fase), se necessaria;
- introduzione del tirante;
- riempimento dei dispositivi di separazione e protezione interni (sacco otturatore, bulbo interno);
- esecuzione delle iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati;
- posizionamento della testata e dei dispositivi di tensionamento;
- prove di carico di collaudo;
- tensionamento del tirante;
- iniezione della parte libera;
- protezione della testata.

Se presente l'iniezione di 1^a fase l'introduzione del tirante potrà essere eseguita solo allorchè:

- la perforazione sia interamente rivestita;
- il tirante sia dotato della valvola di fondo esterna all'ogiva;
- il riempimento avvenga contemporaneamente all'estrazione dei rivestimenti e siano operati gli eventuali rabbocchi finali;
- i trefoli ed i condotti di iniezione siano opportunamente prolungati fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezioni e di tesatura;
- il sacco otturatore, nel caso di tiranti orizzontali o debolmente inclinati ($i \leq 25^\circ$), sia presente.

2.8.1 Iniezione

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato.

2.8.1.1 Cementazione di 1^a fase

Se necessaria sarà eseguita all'atto del completamento della perforazione, secondo quanto specificato al precedente punto; si utilizzerà un volume di miscela cementizia commisurato al volume teorico del foro.

In questa fase si eseguiranno anche le operazioni di riempimento del sacco otturatore, ove presente, e del bulbo interno per i tiranti definitivi, utilizzando quantitativi di miscela corrispondenti ai volumi teorici degli stessi.

Completata l'iniezione di 1^a fase si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di iniezione.

2.8.1.2 Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio. Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata. Ottenuta l'apertura della valvola si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto. La pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito. L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I valori di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto. Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno della canna.

2.8.1.3 Caratteristiche degli iniettori

Per eseguire l'iniezione dovranno essere utilizzate delle pompe oleodinamiche a pistoncini, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- | | | |
|------------------------------|---|-------------------------|
| - pressione max di iniezione | : | ≈ 100 bar |
| - portata max | : | ≈ 2 m ³ /ora |
| - n. max pistonate/minuto | : | ≈ 60. |

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoni.

2.9 Elementi di protezione

In relazione alla aggressività dell'ambiente sono ammesse le seguenti due classi di protezione:

- classe 1 per tiranti provvisori in ambiente aggressivo e non aggressivo e per tiranti permanenti in ambiente non aggressivo, con protezione che consisterà in una guaina di polietilene o di polipropilene che avvolge il tratto libero;
- classe 2 per tiranti permanenti in ambiente aggressivo, con protezione di tutto il tirante che sarà costituita da una guaina in polietilene o in polipropilene; essa potrà essere flessibile o semirigida e liscia per il tratto libero; sarà invece grecata per il tratto di fondazione del tirante.

Lo spessore della guaina non dovrà essere inferiore a 1,5 mm e dovrà garantire contro lacerazioni in tutte le fasi di lavorazione e posa ed in presenza delle sollecitazioni meccaniche e chimiche previste in esercizio.

La sezione interna della guaina dovrà essere pari ad almeno quattro volte la sezione trasversale complessiva delle armature (trefoli o barre) contenute e dovrà comunque assicurare uno spessore di iniezione per il ricoprimento degli elementi più esterni dell'armatura di almeno 5 mm. Per le guaine corrugate dovrà risultare una distanza tra due nervature successive > 5 mm ed una differenza tra i diametri interni, maggiore e minore, superiore a 8 mm.

Ciascun trefolo o barra dovrà essere ulteriormente protetto:

- da una guaina individuale in P.V.C., polietilene o polipropilene nella parte libera;
- da una verniciatura in resina epossidica elasticizzata nel tratto di fondazione.

Gli spazi residui tra guaina e pareti del perforo dovranno essere riempiti con miscela cementizia.

Gli spazi residui tra armatura e guaina dovrà essere perfettamente riempita con grasso meccanico chimicamente stabile, inalterabile e non saponificabile.

2.10 Tesatura e collaudo

Trascorsi ventotto giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela, ogni tirante verrà sottoposto a tesatura di collaudo. L'inizio delle operazioni di tesatura e collaudo dovrà essere comunque autorizzato dalla D.L.

La trazione di collaudo (N_c) è pari a 1,2 volte la trazione massima di esercizio (N_{es}).

La prova di collaudo si eseguirà assegnando dapprima al tirante una trazione di assestamento $N_0=0,10 N_{es}$ e misurando la corrispondente posizione delle armature rispetto alle piastre di testata. I tiranti che non soddisferanno i requisiti di collaudo verranno sostituiti con nuovi tiranti di caratteristiche e posizione concordate con la D.L. In tali casi, restando inteso che comunque i maggiori oneri che ne deriveranno saranno a totale carico dell'Impresa.

Ai tiranti risultanti idonei verrà applicata gradualmente e senza interruzioni la forza di tesatura iniziale prevista dal progetto. Al termine delle operazioni di tesatura verranno serrati gli organi di bloccaggio.

Le apparecchiature impiegate dovranno consentire le seguenti precisioni di misurazione:

- per gli allungamenti di 0,1 mm;
- per le forze, del 2% della trazione massima di esercizio (N_{es}).

Esse dovranno essere tarate presso un laboratorio Ufficiale; è facoltà della Direzione Lavori rivedere a cura dell'Impresa la ripetizione della taratura in caso di impieghi prolungati, o ripetuti per più di 50 tiranti, o in caso di risultati che diano adito a dubbi sulla loro attendibilità.

2.11 Protezioni anticorrosive in opera

La protezione anticorrosiva del tratto libero del tirante sarà completata iniettando all'interno della guaina la miscela utilizzata nelle operazioni di iniezione dopo il completamento delle operazioni di tesatura del tirante.

L'iniezione nel tratto libero della miscela cementizia prima della tesatura o di fasi eventuali di ritesatura, potrà avvenire solo per armature costituite da trefoli a sezione compatta, ingrassati e protetti da guaine individuali in P.V.C., in modo che sia assicurato lo scorrimento tra guaina e trefolo con minime resistenze.

La protezione della testa del tirante potrà essere ottenuta, nei casi in cui è prescritta la protezione di classe 1, con un getto della miscela indicata previa aggiunta di additivi antiritiro, mentre nel caso si debba realizzare una protezione di classe 2, si provvederà all'incapsulamento della testa mediante involucri protettivi di polietilene o polipropilene di spessore minimo pari a 2 mm che verranno connessi per saldatura alla guaina che avvolge il tratto libero; successivamente, con un getto di miscela cementizia, armata con rete, si proteggerà ulteriormente la testa dagli urti e dalle abrasioni. Per un periodo non inferiore a centottanta giorni decorrente dalla data della ultimazione delle operazioni di tesatura di collaudo, le teste di tutti i tiranti dovranno essere lasciate accessibili per le operazioni di

controllo e ritesatura da eseguire rispettivamente a novanta e centottanta giorni dalla data della tesatura di collaudo, nelle quantità che saranno prescritte dalla D.L. e comunque non inferiore al 20% dei tiranti.

3.0 BARRE D'ANCORAGGIO E BULLONI

3.1 Perforazione

Valgono le prescrizioni già indicate per i tiranti di ancoraggio (punto 2.0 e seguenti) Nel caso di perforazione di piccolo diametro in roccia ($\phi \leq 80 \div 100$ mm) e di manifesta stabilità del foro, potrà essere omesso l'impiego dei rivestimenti.

3.2 Allestimento dell'ancoraggio

Completata la perforazione e rimossi i relativi detriti mediante adeguato prolungamento della circolazione dei fluidi, si provvederà a realizzare l'ancoraggio, procedendo con le seguenti operazioni:

- introduzione dell'armatura;
- esecuzione dell'iniezione primaria e contemporanea estrazione del rivestimento;
- esecuzione delle iniezioni selettive se ed ove previste;
- posizionamento della testata e dei dispositivi di tensionamento;
- eventuali prove di carico di collaudo;
- tensionamento della barra.

Per i bulloni ad espansione meccanica la connessione alla roccia si otterrà direttamente in fase di tensionamento.

3.3 Iniezione

3.3.1 Iniezione di miscele cementizie

Si applicano le specifiche già indicate per i tiranti di ancoraggio (punto 2.0 e seguenti), sia per le iniezioni di 1^a fase, a gravità o a bassa pressione, sia per le iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati, quando previste.

3.3.2 Iniezione di resine

Nell'esecuzione di iniezioni con resine sintetiche si adotteranno modalità operative conformi alle raccomandazioni fornite dal produttore.

Per barre di piccolo diametro ($\phi = 15 \div 20$ mm) si potrà adottare il sistema a "cartuccia". In tal caso si posiziona in fondo al foro una cartuccia di vetro contenente i componenti della resina, opportunamente separati. Si infila quindi la barra, facendola ruotare per rompere la cartuccia e mescolare i componenti della resina, dando così luogo al processo di polimerizzazione. Per barre di diametro maggiore si adotteranno di norma resine fluide, che saranno iniettate tramite un condotto di mandata con ugello di fuoriuscita posto in prossimità del fondo del foro. La testata sarà dotata di un tubicino di sfianto, di norma in rame, che sarà occluso per piegatura a iniezione completata.

Le resine saranno di norma impiegate per la solidarizzazione delle barre in acciaio alla roccia. Preferenzialmente saranno impiegate resine epossidiche a due componenti e resine poliesteri insature.

Oltre al corretto dosaggio dei componenti, i principali fattori che influenzano il comportamento delle miscele di iniezione a base di resine sono:

- la viscosità in fase fluida
- i tempi di indurimento e loro dipendenza dalla temperatura
- la compatibilità con la presenza di acqua.

Rapporti non corretti del dosaggio dei componenti danno luogo a perdite di resistenza (per le resine epossidiche) o a variazioni non accettabili dei tempi di polimerizzazione (per resine poliesteri).

La presenza di solventi o diluenti, o prodotti secondari delle reazioni non partecipi della struttura della macromolecola, è generalmente causa di ritiro e/o porosità.

Sarà necessario che ciascun componente non sia solubile in acqua e che l'eventuale assorbimento di acqua non comporti alterazioni nel processo di polimerizzazione. Particolari accorgimenti dovranno essere presi per l'impiego sotto battente d'acqua, per evitare porosità e discontinuità.

La scelta della resina dovrà essere fatto tenendo conto dei seguenti fattori:

- viscosità: i valori dovranno essere compresi tra 300 e 3000 cP a 20° e devono essere misurati con il metodo ASTM D2393 - 72;

- tempo di gel: valore da definire a cura del produttore o a seguito di prove preliminari, in relazione alle caratteristiche dell'ambiente, ed ai tempi di realizzazione; il valore dovrà essere misurato secondo il metodo ASTM D2471 - 71;
- assenza di solventi, diluenti, o altri componenti estranei alla polimerizzazione: la differenza tra il peso della miscela fluida iniziale e della stessa miscela indurita dovrà essere inferiore al 5% del peso iniziale; la polimerizzazione non dovrà dar luogo a fenomeni secondari dannosi come, per esempio, sviluppo di gas;
- compatibilità con l'eventuale presenza di acqua in fase di polimerizzazione: l'accertamento dovrà essere fatto attraverso prove di confronto della resistenza a trazione di resine indurite in aria ed in acqua, su provini del tipo 2 indicati nella UNIPLAST 5819 - 66 (con spessore di 10 mm); la riduzione di resistenza dovrà essere inferiore al 10% del valore della resistenza della resina indurita all'aria.

4.0 CHIODI

La posa in opera dei chiodi sarà eseguita tramite le seguenti operazioni:

- a) perforazione, da condurre in accordo con le prescrizioni di cui alle precedenti tipologie di ancoraggio; è ammesso l'impiego di attrezzature leggere, in relazione alla natura della roccia ed alla geometria del foro;
- b) introduzione dell'armatura;
- c) esecuzione dell'iniezione, fino al completo riempimento dell'intercapedine.

Per chiodi in vetroresina si utilizzeranno solo prodotti chimicamente affini al materiale costituente l'armatura. In casi e per applicazioni particolari i chiodi potranno essere inseriti a pressione, con o senza battitura, con o senza jetting (attraverso la sezione cava).

Con "vetroresina" si intende un materiale composito le cui componenti di base sono tessuti in fibre di vetro e/o fibre di vetro o aramidiche, legati fra loro da una matrice di resine termoindurenti opportunamente polimerizzate. Il materiale è fortemente anisotropo e quindi si dovrà tener conto, per il suo corretto impiego, della disposizione delle fibre di rinforzo. Di norma i chiodi in vetroresina saranno a sezione circolare, piena o cava, con diametri variabili da 20 a 60 mm; per i profilati a sezione cava si richiedono spessori minimi non inferiori a 5 mm.

Ove necessario, o espressamente richiesto dal progetto, le barre dovranno essere del tipo ad aderenza migliorata, ad esempio mediante trattamento di filettatura continua. L'impiego di profilati con sezioni di geometria particolare (a doppio T, ad U, prismatica) potrà essere consentito, ove previsto da progetto. I materiali utilizzati dovranno essere certificati dal produttore.

Le caratteristiche minime richieste sono riportate nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE E LIMITI DI ACCETTABILITA' DELLE VETRORESINE PER CHIODI

| CARATTERISTICHE | UNITA' DI MISURA | MATRICE | | METODO DI PROVA |
|--|--------------------|---------------|-------------------|-----------------|
| | | POLIESTERE | RESINA EPOSSIDICA | |
| Peso specifico | Kg/dm ³ | 1.65 – 1.85 | 1.9 | UNI 7092-72 |
| Contenuto di vetro in percentuale del peso | % | 50 ÷ 70 | 60 ÷ 75 | -- |
| Resistenza a trazione | MPa | 400 ÷ 650 | > 800 | UNI 5819/66 |
| Resistenza a flessione | MPa | 300 ÷ 600 | > 750 | UNI 7219/73 |
| Resistenza a compressione | MPa | 150 ÷ 300 | 450 | UNI 4279/72 |
| Modulo di elasticità | MPa | 15000 ÷ 32000 | 35000 ÷ 42000 | UNI 5819/66 |

Le informazioni relative alla esecuzione dei chiodi saranno riportate, a cura dell'Impresa, su una scheda tecnica preventivamente approvata dalla DL.

5.0 MICRODRENI

5.1 Generalità

I dreni hanno la funzione di captare venute localizzate di acqua o di limitare al valore richiesto il regime delle pressioni interstiziali. Le caratteristiche dei dreni per quanto concerne tipo, interasse, lunghezza, diametro e disposizione saranno definite dal progetto; l'Impresa dovrà realizzare i dreni con le prescritte caratteristiche, sottoponendo preventivamente alla DL eventuali proposte di variazione rispetto alle caratteristiche tipologiche prefissate, che dovranno comunque essere tali da garantire le medesime capacità e funzionalità.

5.2 Caratteristiche dei tubi filtranti

Il tubo filtrante avrà caratteristiche (diametro, lunghezza, e apertura della fessurazione) conforme al progetto.

Il materiale costituente dovrà essere plastico non alterabile, con spessore e resistenza tale da garantire la corretta posa in opera nelle specifiche condizioni del sito e di ciascuna operazione. Qualora non diversamente prescritto, lo spessore sarà di almeno 2.5 mm, l'apertura della finestratura di 0.2 mm, il diametro esterno del tubo di almeno 40 mm. Il tratto cieco avrà diametro interno uguale a quello del tratto finestrato. La parte terminale dei tubi di ciascun dreno, per una lunghezza di almeno 5 m, sarà sufficientemente resistente da non subire danni o deformazioni consistenti, una volta in opera, in conseguenza del congelamento dell'acqua in essa contenuta.

La perforazione dovrà essere condotta con modalità approvate, comunque con un solo diametro per tutto il foro, con eventuali maggiorazioni di tale diametro in corrispondenza del tratto equipaggiato con tubazione cieca, qualora ritenuto utile o necessario per il raggiungimento della profondità richiesta. La perforazione sarà sempre accompagnata da rivestimento provvisorio, senza impiego di fluidi diversi da acqua eventualmente additivata con polimeri biodegradabili in 20-40 ore. E' ammesso uno scostamento massimo dell'asse teorico non superiore al 3%.

Al termine della perforazione il foro sarà energicamente lavato con acqua pulita.

Si eviterà, se non altrimenti approvato, di perforare contemporaneamente dreni con interasse inferiore a 10 m.

Il dreno sarà inserito nell'interno del rivestimento provvisorio, che sarà solo successivamente estratto. La bocca del tubo dovrà sporgere di 4-6 cm dal paramento di boccaforo e verrà protetta da staffe di acciaio sporgenti.

Nel caso di dreni con tratto cieco maggiore di 10 m in lunghezza, il tubo dovrà essere dotato di accessori atti a separare il tratto filtrante da quello cieco mediante cementazione dell'intercapedine tra tubo e foro lungo il tratto cieco. A questo scopo dovranno essere predisposti:

- 2 valvole a manicotto distanti 100 e 150 cm dal punto di giunzione tra tratto filtrante e cieco;
- un sacco otturatore in tela juta o simili, avente 40 cm di diametro e lunghezza di circa 200 cm, legato alle estremità e disposto a copertura delle valvole, nel tratto di tubo cieco più profondo;
- alcune valvole a manicotto lungo la parte cieca del tubo non occupato dal sacco otturatore.

La cementazione si eseguirà ponendo in opera una miscela cementizia, mediante un condotto di iniezione munito di doppio otturatore, subito dopo l'estrazione del rivestimento provvisorio. La sequenza operativa sarà la seguente:

1. posizionamento del sacco otturatore in corrispondenza della valvola inferiore;
2. iniezione di un volume di miscela corrispondente al volume del sacco otturatore completamente espanso, con una pressione di iniezione alla quota della valvola compresa tra 0.2 σ H ed un prudenziale margine rispetto alla pressione che procura la lacerazione e la sfilatura del tubolare dalle sue legature alle estremità (σ H equivale alla differenza di quota tra valvola inferiore e bocca foro);
3. spostamento del doppio otturatore sulla valvola appena sopra il sacco otturatore iniettato e riempimento con miscela in pressione fino al suo rifluimento a bocca foro.

Ove previsto dal progetto il tratto filtrante sarà rivestito con un foglio di geotessile, le cui caratteristiche saranno di volta in volta specificate, e comunque non inferiori a quanto prescritto nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE MINIME E LIMITI DI ACCETTABILITA' DEI GEOTESSILI PER DRENAGGI

| | |
|--|-----------------------------|
| <i>spessore</i> | 2.5 mm |
| <i>peso</i> | 300 g/m ² |
| <i>resistenza a trazione (UNI 8639)</i> | 350 N/5 cm |
| <i>allungamento (UNI 8639)</i> | 70% |
| <i>trazione trasversale (UNI 8639)</i> | 500 N/5 cm |
| <i>allungamento trasversale (UNI 8639)</i> | 30% |
| <i>permeabilità</i> | 5 · 10 ⁻³ cm/sec |

Terminate le operazioni di installazione ed eventuale cementazione dei tubi, il dreno dovrà essere lavato con acqua mediante una lancia con tratto terminale metallico dotato di ugelli per la fuoriuscita radiale del liquido; la lancia

scorrerà entro il tubo grazie a dei pattini opportunamente disposti e tali da prevenire ogni danneggiamento del dreno.

Il lavaggio sarà eseguito a partire da fondo dreno, risalendo a giorno in forma graduale e progressiva dopo aver osservato la fuoriuscita di acqua limpida da bocca foro. Il lavaggio sarà se necessario ripetuto fino alla sicura creazione di un filtro rovescio naturale nel terreno circostante il dreno, in modo tale da assicurare che nelle fasi di esercizio il drenaggio delle acque non sia accompagnato da indesiderati fenomeni di trasporto solido.

A installazione e lavaggio avvenuti, ogni dreno sarà mantenuto tale da permettere l'accesso alla bocca per periodiche ispezioni e misure della portata emunta.

6.0 TRINCEE DRENANTI

Per trincee di modesta profondità (6 ÷ 7 m) è possibile utilizzare degli escavatori a braccio rovescio, con benna a cucchiaio. In tal caso lo scavo procederà con continuità, e le operazioni di posa dei geotessili e di riempimento saranno effettuate a seguire.

Per l'esecuzione di trincee drenanti profonde saranno utilizzate le attrezzature e le tecniche di scavo dei diaframmi.

Lo scavo della trincea dovrà essere necessariamente eseguito a secco, provvedendo al suo immediato riempimento con il materiale drenante. Nei casi in cui la coesione del terreno non sia tale da garantire la stabilità dello scavo, potranno essere utilizzati fanghi biodegradabili. In alternativa si realizzeranno schermi costituiti da pozzi drenanti.

Le pareti dello scavo saranno di norma rivestite con un foglio di geotessile le cui caratteristiche saranno stabilite dal progettista, in relazione alla granulometria del terreno naturale e del materiale di riempimento.

Di norma il geotessile deve essere prodotto utilizzando poliestere insensibile ai raggi ultravioletti, alla aggressione salina e non putrescibile. Il processo meccanico di produzione deve prevedere la legatura dei filamenti (agugliatura), senza aggiunta di leganti.

In ogni caso il geotessile dovrà avere caratteristiche non inferiori a quanto riportato nella tabella precedente e rispondere alle prescrizioni riportate nella Sez. Movimenti di Terra del presente Capitolato.

I vari fogli di geotessile dovranno essere cuciti tra loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione dei fogli dovrà essere di almeno cm 50.

La parte inferiore del geotessile, a contatto con il fondo della trincea e per un'altezza di almeno cm 30 sui fianchi, dovrà essere impregnata con bitume a caldo, o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul geotessile. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del "geotessile" stesso o, per trincee poco profonde, anche dopo la sua sistemazione in opera. Si dovrà prevedere la fuoriuscita di una quantità di geotessile sufficiente ad una doppia sovrapposizione dello stesso sulla sommità del drenaggio (2 volte la larghezza della trincea).

Sul fondo dello scavo si disporrà un tubo drenante, corrugato e formato in PVC del diametro non inferiore a 80 mm, per la raccolta delle acque drenate.

Il cavo rivestito sarà quindi immediatamente riempito con materiale drenante, curando in particolare che il geotessile aderisca alle pareti dello scavo.

Si utilizzerà materiale lapideo pulito e vagliato, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm e trattenuto al crivello 10 mm UNI.

Il riempimento verrà arrestato a circa 50 cm dal piano campagna. Quindi saranno risvoltati i fogli di geotessile e si ritomberà il tutto con argilla compattata.

7.0 POZZI DRENANTI

7.1 Attrezzature

Per la realizzazione di schermi di pozzi drenanti saranno utilizzate le attrezzature per l'esecuzione di pali trivellati con impiego di colonne di rivestimento provvisorio. E' tassativamente esclusa la possibilità di impiego di fanghi bentonitici. Possibilmente la perforazione dovrà essere effettuata "a secco"; l'impiego di acqua o di fanghi biodegradabili potrà essere autorizzato, in determinate circostanze, dalla DL.

Per la realizzazione dei collettori di fondo saranno utilizzate sonde a rotazione e/o rotopercussione a manovra corta, le cui dimensioni dovranno essere compatibili con il diametro dei pozzi. Le sonde potranno essere a funzionamento automatico, telecomandato o manuale.

Il diametro della perforazione non dovrà essere inferiore a 120 mm.

I collettori dovranno essere realizzati introducendo un tubo in PVC ondulato o gracato, ad elevato allungamento e flessibilità, avente diametro minimo di 75-85 mm, ed in grado di resistere alle pressioni interne ed esterne.

Alle sonde dovranno essere asservite attrezzature di servizio integrate, costituite da una gru, motore e centralina idraulica, pompe sommerse per lo svuotamento provvisorio dei pozzi, etc.

La perforazione della condotta di fondo dovrà essere eseguita in conformità a tutte le prescrizioni in materia di igiene e sicurezza sul lavoro.

Prima dell'inizio dei lavori l'Impresa dovrà trasmettere alla Direzione Lavori una planimetria con indicati tutti i pozzi drenanti, numerati progressivamente, specificando i previsti allestimenti finali (pozzi drenanti, pozzi ispezionabili, etc.) e la sequenza di esecuzione.

Di norma i lavori dovranno iniziare dal pozzo posto più a valle, in modo da consentire il funzionamento dell'impianto sin dalle prime fasi di lavoro.

In generale la pendenza media della condotta di fondo non dovrà essere inferiore al 2%.

Tale condotta può essere realizzata anche a gradini.

7.2 Esecuzione dei collegamenti tra i pozzi

Prima di effettuare i collegamenti dovranno essere controllati tutti i parametri geometrici delle perforazioni verticali ed orizzontali, allo scopo di assicurare la necessaria precisione plano-altimetrica del collegamento. L'Impresa trasmetterà alla Direzione Lavori le modalità di controllo della geometria delle perforazioni.

Detta tubazione deve essere continua ed attraversare il pozzo immersa nel materiale drenante. In questo tratto il tubo dovrà essere forato e rivestito di geotessile per la captazione dell'acqua drenata.

L'intercapedine tra tubazione e perforazione sarà adeguatamente impermeabilizzata utilizzando una miscela cementizia plastica.

7.3 Allestimento definitivo dei pozzi

Sono possibili i seguenti allestimenti:

- pozzi drenanti a tutta sezione;
- pozzi drenanti ispezionabili;
- pozzi drenanti con rivestimento strutturale.

7.3.1 Pozzi drenanti a tutta sezione

Impermeabilizzato il fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo, si eseguirà il riempimento con materiale arido pulito provvedendo contemporaneamente all'estrazione del rivestimento provvisorio. Si utilizzerà di norma un fuso granulometrico compreso fra 2÷25 mm circa, con passante al vaglio 200 ASTM non superiore al 5%; il materiale dovrà essere lavato ed esente da materiali organici coesivi.

Per favorire il corretto assestamento della ghiaia potrà essere opportuno facilitarne la discesa mediante il deflusso di una piccola portata di acqua.

Completato il riempimento, si provvederà alla realizzazione di un tappo superiore di impermeabilizzazione, separato dal materiale drenante per mezzo di una membrana geotessile o in PVC.

7.3.2 Pozzi ispezionabili

Si tratta di pozzi aventi rivestimento definitivo ϕ 1.5 m, in modo da realizzare una intercapedine di spess. 15 cm.

In presenza di tubo forma, questo sarà estratto contemporaneamente alla immissione del materiale drenante, curando che rimanga sempre immerso nello stesso per impedirne la contaminazione; si dovrà, anche in questo caso, procedere alla impermeabilizzazione del fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo. La presenza del rivestimento definitivo consente in ogni momento di accedere alla tubazione di collegamento per verificare il normale funzionamento ed eseguire, se necessario, eventuali manutenzioni.

Il mantello drenante di questi pozzi sarà ottenuto tramite il riempimento di questa corona anulare esterna con il materiale granulare arido 2÷25 mm.

Eseguita l'impermeabilizzazione del fondo (esterno ed interno) si procederà al versamento del materiale drenante mediante opportuni convogliatori.

Eseguito anche il tappo superiore, si provvederà ad installare all'interno del rivestimento definitivo una scala metallica munita di gabbia di protezione.

Infine verrà posto in opera il chiusino di testa, in cemento armato prefabbricato, munito di botola in ghisa.

7.3.3 Pozzi drenanti con rivestimento strutturale

Si tratta di pozzi aventi diametro minimo ϕ 2 m, il cui mantello drenante, di spessore medio $s = 10$ cm, è coassiale ed esterno ad un rivestimento in conglomerato cementizio armato di 30 cm di spessore.

Si dovrà, anche in questo caso, procedere alla impermeabilizzazione del fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo. Esecutivamente il pozzo sarà realizzato inserendo entro la perforazione ϕ 2 m due rivestimenti ondulati ϕ 1.2 e ϕ 1.8 m, coassiali, al cui interno verrà quindi posizionata l'armatura. I due rivestimenti, il cui spessore (≥ 2.7 mm) è comunque da dimensionare in base alla profondità del getto di cls, fungono da cassero "a perdere". Se realizzati in acciaio zincato essi possono essere considerati, sotto certe condizioni, collaboranti permanentemente.

Posizionati i lamierini e l'armatura si eseguirà il riempimento dell'intercapedine esterna con materiale drenante e quindi il getto di cls, previo adeguato puntellamento interno. Le acque di drenaggio vengono raccolte all'interno del pozzo tramite 2÷3 perforazioni radiali del rivestimento in c.a.

L'allestimento del pozzo sarà infine completato in maniera analoga a quanto previsto per i pozzi ispezionabili (scala, chiusino, botola, etc.).

Ove previsto dal progetto si installeranno dall'interno dei pozzi delle raggere di tubi microfessurati in PVC. L'importanza di questi micro-dreni è dovuta alla possibilità che offrono di incrementare la captazione delle acque in terreni poco permeabili, o al contatto tra coltre e substrato.

L'allontanamento definitivo delle acque sarà ottenuto mediante il loro recapito dai pozzi terminali ad un sistema di canalette superficiali, da disporre lungo opportune direttrici.

8.0 TRATTAMENTI COLONNARI

8.1 Soggezioni geotecniche ed ambientali

Di norma le perforazioni saranno eseguite con o senza rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile.

I fluidi di perforazione potranno essere costituite da:

- acqua
- fanghi cementizi
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi proposti dall'Impresa.

Le pressioni di iniezione devono essere determinate in modo da non provocare indesiderati inconvenienti, quali sollevamenti nelle adiacenze o comunicazioni tra fori o colonne vicine, non ancora indurite.

I trattamenti dovranno essere eseguiti secondo modalità di dettaglio approvate dalla DL, e potranno essere realizzati in verticale o comunque inclinati in relazione alle indicazioni di progetto.

8.2 Prove tecnologiche preliminari

La tipologia delle attrezzature prescelte ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'Impresa alla Direzione Lavori per opportuna informazione. L'Impresa ha l'obbligo di eseguire delle prove tecnologiche preliminari per verificare l'idoneità di tali attrezzature e delle modalità di esecuzione.

L'Impresa eseguirà una serie di prove preliminari per la messa a punto dei sistemi in funzione delle condizioni locali del sito e dello scopo del progetto.

Definite le modalità esecutive più idonee, si procederà all'esecuzione di un campo prova che sarà costituito da almeno (salvo particolari richieste che la Direzione Lavori si riserva di volta in volta di fare) 4 colonne rappresentative dell'intervento che si dovrà realizzare.

Sulle colonne del campo prova si dovranno effettuare i tests di seguito indicati, che potranno essere richiesti in tutto o in parte o eventualmente integrati, come verrà di volta in volta indicato in funzione della specificità del progetto.

8.2.1 Determinazione del diametro medio delle colonne

Il diametro sarà misurato mediante la messa a giorno di almeno 3 m delle colonne (trascurando i primi 50÷60 cm dal p.c.). Qualora gli eventuali strati profondi di terreno da trattare presentino caratteristiche sostanzialmente diverse dai terreni superficiali, le colonne di prova andranno spinte a tali profondità; in questo caso il controllo sarà effettuato solo mediante carotaggi.

8.2.2 Carotaggi e prove in sito

Di norma si eseguiranno le seguenti prove:

- esecuzione di un carotaggio continuo su tutte le colonne per tutta la loro lunghezza, posizionato al centro; il carotaggio dovrà mostrare una percentuale di recupero superiore od uguale al 70%;
- esecuzione di un carotaggio continuo per tutta la lunghezza, posizionato all'intersezione di eventuali due colonne penetranti;
- esecuzione di carotaggi continui lungo il presunto bordo esterno teorico ipotizzabile, in numero sufficiente per l'individuazione del diametro, nel caso di colonne profonde per le quali non è possibile procedere con esami visivi diretti;
- misura della velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali, lungo i fori eseguiti in asse, con il metodo del carotaggio sonico. Le colonne dovranno aver raggiunto almeno 30 gg. di maturazione (preferibilmente 30 gg. nel caso di trattamento di terreni incoerenti e 40 gg. nel caso di terreni coesivi); le misure verranno eseguite attraverso dei tubi in acciaio del diametro interno maggiore o uguale a 35 mm inseriti all'interno delle perforazioni di carotaggio ed adeguatamente cementati;
- per trattamenti intensivi, come ad esempio per la realizzazione di tamponi di fondo, potrà venire richiesta la realizzazione di prove cross-hole attraverso almeno tre tubi in acciaio posti ad un interasse di circa 100 cm (e che comunque verrà definito di volta in volta). Le misure microsismiche dovranno venire effettuate, per tutte le coppie possibili di tubi, sia sul terreno vergine prima dell'intervento, che sul trattamento dopo almeno 30 gg. dalla sua realizzazione;
- per trattamenti intensivi potranno venire richieste prove di permeabilità del tipo Lugeon;

I carotaggi dovranno essere eseguiti con corone a diamante e doppio carotiere con almeno 100 mm di diametro nominale.

Sui campioni prelevati si eseguiranno le seguenti operazioni:

- catalogazione, descrizione e documentazione fotografica
- osservazioni relative al grado di continuità con l'indicazione delle percentuali di recupero e la lunghezza di ciascun pezzo di carota (in cm)
- trasporto, nel laboratorio concordato con la Direzione Lavori, dei campioni preventivamente inseriti in fustelle di PVC chiuse con paraffina ed opportunamente imballati.

8.3 Caratteristiche minime dei trattamenti

In ogni caso, a meno di particolari esigenze progettuali di volta in volta indicate, le caratteristiche delle colonne che si dovranno realizzare saranno conformi a quanto specificato in tabella 2.3.5.e, ove con:

- q_u : si intende la resistenza media ad espansione laterale libera su campioni prelevati dai carotaggi di controllo;
- D_m : è il diametro medio, in uno stesso tipo di terreno, misurato su colonne scoperte.

Il modulo di elasticità tangenziale E dovrà assumere valori pari o superiori a $E \geq 100 q_u$

Per ottenere i suddetti valori, si dovranno rispettare le seguenti quantità minime di cemento da iniettare, in funzione del sistema prescelto (la quantità di cemento viene indicata come peso secco per metro cubo di terreno trattato):

- sistema monofluido 350 ÷ 400 kg/m³
- sistema a due fluidi 400 ÷ 450 kg/m³
- sistema a tre fluidi 600 ÷ 700 kg/m³.

CARATTERISTICHE E LIMITI DI ACCETTABILITA' DELLE COLONNE JET-GROUTING

| SISTEMA | TIPO TERRENO | DIAMETRO MEDIO (m) D_m | RESISTENZA (MPa) q_u |
|------------|---|-----------------------------|---------------------------|
| Monofluido | Incoerenti sciolti | 0.60÷0.80 | >5÷6 |
| | Incoerenti da mediamente addensati ad addensati | 0.4÷0.6 | |
| | Coesivi soffici o mediamente compatti | 0.4÷0.6 | ≥1.5÷2.0 |
| | Coesivi molto compatti | 0.3÷0.5 | |

| | | | |
|-----------------|---|----------|----------|
| A due fluidi | Incoerenti sciolti | 1.0÷1.5 | ≥5÷6.0 |
| | Incoerenti da mediamente addensati ad addensati | 0.6÷0.9 | |
| | Coesivi soffici o mediamente compatti | 0.7÷1.0 | ≥1.5÷2.0 |
| | Coesivi molto compatti | 0.5÷0.8 | |
| A tre fluidi | Incoerenti sciolti | 1.6÷2.0 | ≥5÷6.0 |
| | Incoerenti da mediamente addensati ad addensati | 1.0÷1.5 | |
| | Coesivi soffici o mediamente compatti | 1.2÷1.6 | ≥1.5÷2.0 |
| | Coesivi molto compatti | 0.6÷1.00 | |

8.4 Tolleranze

Le colonne dovranno essere realizzate nella posizione e con le dimensioni nominali di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate planimetriche del centro della colonna: ± 5 cm
- scostamento dall'asse teorico: ± 2%
- lunghezza: ± 15 cm
- diametro medio reso: non inferiore a quello nominale di progetto
- quota testa colonna: ± 5 cm.

8.5 Miscele cementizie di iniezione

8.5.1 Caratteristiche dei componenti

Dovrà essere impiegata una miscela binaria cemento/acqua il cui rapporto è variabile, in funzione del sistema operativo, del tipo di terreno e dei parametri richiesti.

E' ammesso l'uso di additivi, aventi le funzioni di seguito indicate:

- stabilizzanti (la resa volumetrica deve risultare ≥ 97%) o fluidificanti
- acceleranti o ritardanti di presa
- impermeabilizzanti
- di protezione delle miscele dal dilavamento nel caso di falda in movimento con forte velocità
- di protezione da eventuali agenti organici presenti nel terreno.

Naturalmente l'adozione di tali additivi svolge un ruolo importante sulle caratteristiche meccaniche delle miscele e della colonna di terreno stabilizzato, che andranno di volta in volta verificate ed accettate in funzione degli scopi del trattamento stesso.

Le schede tecniche dei prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere preventivamente consegnate alla D.L. per opportuna informazione.

Di norma le miscele cementizie di iniezione per i trattamenti jet- grouting saranno preparate adottando un dosaggio in peso dei componenti tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$1 \leq a/c \leq 2$$

8.6 Armatura dei trattamenti colonnari

Quando previsto in progetto, le colonne dovranno essere armate con elementi in acciaio (tubi di acciaio tipo Fe 430-510 senza saldatura longitudinale del tipo per costruzione meccanica con manicotti di giunzione filettati o saldati, che essere in grado di resistere ad una sollecitazione a trazione pari almeno al 70% del medesimo carico ammissibile a compressione, da introdurre a spinta con idonea attrezzatura nel corpo delle colonne in corrispondenza del perforo appena ultimata l'iniezione e prima che la miscela inizi la presa.

Nel caso sia previsto l'inserimento dell'armatura in acciaio ad avvenuta presa della miscela, si dovrà procedere alla esecuzione di un foro di diametro adeguato nel corpo delle colonne, all'introduzione dell'armatura (tubi o barre in

acciaio) ed al suo inghisaggio mediante iniezione a pressione di malta di cemento; la malta verrà iniettata attraverso lo stesso tubo in acciaio quando l'armatura è tubolare e attraverso un tubo in PVC quando l'armatura è in barre.

9.0 INIEZIONI

9.1. Soggezioni geotecniche ed ambientali

Poichè la corretta scelta delle metodologie e dei prodotti di iniezione è basilare per la corretta realizzazione dei trattamenti, l'Impresa dovrà valutare attentamente gli elementi di conoscenza delle caratteristiche dei terreni (stratigrafia, granulometria, etc.), o i caratteri strutturali e morfologici degli ammassi rocciosi (grado di fratturazione, permeabilità Lugeon, etc.). Dovrà inoltre valutare attentamente l'influenza della falda (pressione, velocità di filtrazione, etc.). Ove ne ricorra l'opportunità la Direzione Lavori richiederà l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari, secondo quanto precisato al punto successivo.

9.1.1 Salvaguardia ambientale

Gli interventi con finalità impermeabilizzanti non dovranno modificare le condizioni idrologiche del sottosuolo all'esterno delle aree immediatamente adiacenti ai trattamenti. E' consentito esclusivamente l'impiego di prodotti stabili nel tempo, e che non cedano al terreno ed alle falde circostanti liquidi residuali inquinanti. Di norma quindi è fatto divieto all'uso di soluzioni colloidali e di reagenti organici, o di altre soluzioni in contrasto con le vigenti norme in materia di tutela ambientale.

9.1.2 Controllo degli stati tenso-deformativi

I procedimenti di iniezione dovranno essere definiti ed applicati in modo da evitare che abbiano luogo modificazioni indesiderate dello stato di deformazione e dello stato di sollecitazione su opere vicine.

9.2 Tolleranze

I fori di iniezione dovranno essere realizzati nella posizione e con le inclinazioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate plano-altimetriche : ± 5 cm;
- scostamento dall'asse teorico : $\pm 2\%$;
- lunghezza : ± 15 cm.

9.3 Materiali

9.3.1 Miscele cementizie normali

Di norma le miscele cementizie di iniezione per i trattamenti di impregnazione saranno preparate adottando un dosaggio in peso dei componenti tale da soddisfare un rapporto cemento/acqua

$$0.2 \leq c/a \leq 0.6$$

con impiego di additivi stabilizzanti e disperdenti; per ottenere la stabilizzazione potrà essere utilizzato un agente colloidale, ad esempio bentonite, con rapporto

$$0.01 \leq b/a \leq 0.04$$

Per i trattamenti di intasamento di rocce fessurate il dosaggio c/a può variare nell'intervallo:

$$0.4 \leq c/a \leq 1.4$$

Il cemento impiegato dovrà essere scelto in relazione alle esigenze di penetrabilità ed alle caratteristiche ambientali, considerando, in particolare, l'aggressività dell'ambiente esterno.

E' ammesso l'uso di additivi stabilizzanti, disperdenti e/o fluidificanti.

Le schede tecniche dovranno essere preventivamente approvate dalla DL.

Le miscele cementizie dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- viscosità Marsh : $35 \div 45$ secondi
- viscosità apparente : $10 \div 20$ cP
- rendimento volumetrico : ≥ 95 %
(per miscele stabili)

9.3.2 Miscele con cementi microfini

9.3.2.1 Caratteristiche dei cementi e dosaggi

Le miscele con cementi microfini saranno ottenute a seguito di processi di produzione tali da aumentare la finezza del cemento fino a valori dell'ordine di $8500 \div 12000 \text{ cm}^2/\text{g}$ (Blaine). I processi di macinazione e separazione dovranno quindi consentire di ottenere un fuso granulometrico delle particelle solide presenti nella sospensione caratterizzata dai seguenti valori:

$$D_{98} = 10 \div 20 \text{ }\mu\text{m}$$

$$D_{50} = 3 \div 5 \text{ }\mu\text{m}$$

La granulometria sarà determinata con porosimetri a mercurio o apparecchiature di equivalente precisione. Il dosaggio, in relazione agli impieghi, potrà variare nell'intervallo:

$$0.5 \leq c/a \leq 0.6$$

E' ammesso l'impiego di eventuali additivi disperdenti e fluidificanti inorganici.

Le miscele con cementi microfini dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- viscosità Marsh : 27 ÷ 30 secondi
- rendimento volumetrico : $\geq 95 \%$.

9.4 Modalità esecutive

Le iniezioni saranno effettuate impiegando tubi valvolati introdotti in appositi perfori all'interno del terreno da consolidare.

I perfori, eseguiti sul contorno della sezione di scavo della galleria, in avanzamento rispetto al fronte di scavo, potranno essere orizzontali, sub-orizzontali o comunque inclinati, di diametro 100-120 mm, ed eventualmente rivestiti. Preliminarmente verranno eseguite iniezioni di guaina tra le pareti del perforo ed il tubo e successivamente quelle di consolidamento, iniettando in pressione attraverso le valvole; tali iniezioni verranno eseguite in più fasi con miscele cementizie additivate eseguite a bassa pressione tra tubo e perforo e ripetute ad alta pressione, attraverso le valvole per il preconsolidamento. Il tubo impiegato sarà in vetroresina del tipo ad aderenza migliorata del diametro 60 mm e spessore 10 mm; le giunzioni dei tubi saranno eseguite con i necessari manicotti e collanti che dovranno garantire, anche in corrispondenza del giunto, la medesima resistenza a trazione e taglio dei tratti di tubo giuntati. Il tubo sarà corredato del tappo di fondo, del tubo di sfogo dell'aria e delle valvole per l'iniezione, costituite da manicotti in gomma di spessore 3,5 mm.

Il terreno consolidato dovrà presentare le caratteristiche meccaniche espresse nella tabella che segue, uniformemente distribuite nell'ambito dei volumi minimi considerati:

| CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL TERRENO CONSOLIDATO | INTERVALLO DELLA PROVA | |
|---|---------------------------|--------------------------|
| | DOPO 48 h DALLA INIEZIONE | DOPO 7 h DALLA INIEZIONE |
| resistenza a compressione semplice | $\geq 1 \text{ MPa}$ | $\geq 1,5 \text{ MPa}$ |
| R.D.Q. (indice di recupero modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto degli spezzoni di carota di lunghezza $\geq 100 \text{ mm}$ | $\geq 50\%$ | $\geq 70\%$ |

L'Impresa, a sua totale cura e sotto il controllo della Direzione Lavori, provvederà alla messa a punto della tecnologia d'intervento procedendo preliminarmente, mediante prove e sondaggi, alla determinazione delle caratteristiche geomeccaniche, livello di falda e permeabilità del terreno da consolidare; in base ai risultati ottenuti definirà:

- la quantità e distribuzione dei tubi di iniezione;
- il passo delle valvole;
- la composizione delle miscele con specifico riferimento alla viscosità, che dovrà essere bassa per poter eseguire le iniezioni in tempi brevi, il rapporto acqua cemento ed l'impiego di additivi adeguati;
- la finezza del cemento;
- la pressione di iniezione, che di norma dovrà essere inferiore a quella di cedimento del sistema (clacquage).

L'Impresa dovrà inoltre eseguire, sempre a sua cura e sotto il controllo della Direzione Lavori, la verifica degli effetti indotti nel terreno ed infine l'accertamento dell'uniformità e delle caratteristiche meccaniche del terreno consolidato mediante prove in sito ed in laboratorio su campioni prelevati con carotaggi.

L'Impresa potrà dare corso ai trattamenti soltanto dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il suo benestare in base ai risultati delle prove di cui sopra, con l'avvertenza che in ogni caso tale benestare non ridurrà la responsabilità

dell'Impresa circa il raggiungimento delle prescrizioni progettuali in termini di spessore e resistenza del terreno consolidato.

9.4.1 Esecuzione dei trattamenti

Le attrezzature impiegate dovranno essere in grado di eseguire le lavorazioni richieste con la necessaria continuità per assicurare la uniformità dei trattamenti; i tubi di iniezione dovranno essere atti a resistere a pressioni non inferiori a 12 MPa; l'impianto di miscelazione dovrà essere munito di dispositivo di pesatura del cemento e di misura dell'acqua, dosatore di additivi e contacigli di miscelazione progressivo; la centrale di iniezione sarà attrezzata con pompe ad alta pressione munite di manometri posti a bocca' foro, con certificato ufficiale di taratura.

Qualora si dovessero riscontrare variazioni sensibili nelle caratteristiche dei terreni attraversati rispetto a quelle assunte inizialmente per la messa a punto del sistema, l'Impresa, a sua cura spese, dovrà verificare puntualmente l'idoneità dei parametri adottati provvedendo eventualmente ad una loro ritaratura in corso d'opera.

L'Impresa in ogni caso dovrà procedere a continui sondaggi nei trattamenti effettuati per verificare la rispondenza alle prescrizioni progettuali relativamente a resistenze e spessori.

A carico dell'Impresa si considerano tutte le operazioni preliminari di sondaggio, prove, progettazione e campo prove; la documentazione dei lavori; la ubicazione dei punti di trattamento; le operazioni di perforazione ed infissione dei tubi valvolati; l'esecuzione delle iniezioni di guaina e di quelle di consolidamento, compreso la fornitura di tutti i materiali ed in particolare:

- il cemento da impiegare nelle iniezioni di guaina e di consolidamento in terreni molto aperti, caratterizzati da un coefficiente di permeabilità fino a 10^{-2} m/s, sarà cemento del tipo normale;

- per le iniezioni di consolidamento in terreni con coefficiente di permeabilità minori di 10^{-2} m/s, si useranno cementi microfini, acqua, additivi fluidificanti, ecc.

Sono, altresì, a carico dell'Impresa eventuali superfici di parete consolidata eccedenti le dimensioni teoriche di progetto.

9.4.2 Trattamento di impregnazione

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione. Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto. Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

Nei trattamenti di impregnazione l'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

La distanza minima tra due fori iniettati contemporaneamente dovrà essere determinata in relazione alle pressioni di iniezioni in modo da non provocare indesiderati inconvenienti, quali sollevamenti nelle adiacenze o comunicazioni tra fori o colonne vicine, non ancora indurite. A tal fine l'Impresa, sulla base anche delle prove preliminari, dovrà studiare la corretta sequenza di esecuzione.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione, o viceversa, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezioni non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

9.4.3 Trattamenti di intasamento

Saranno eseguiti in conformità con le modalità e le indicazioni date nel progetto di intervento. Ove previsto le iniezioni potranno essere realizzate anche in fase unica, in risalita o in avanzamento, attraverso le aste di perforazione.

9.4.4 Trattamenti di ricompressione

Verificato l'esatto posizionamento delle valvole, si darà luogo alle iniezioni utilizzando portate e pressioni atte a produrre la fratturazione idraulica del terreno, registrando opportunamente la pressione di picco e la successiva pressione di alimentazione della frattura.

L'iniezione sarà arrestata al raggiungimento dei previsti volumi di miscela cementizia.

ART. 16

- OPERE DI DIFESA -

INDICE

- 1.0. DIFESA DEL CORPO STRADALE
- 1.1. Disgaggio di massi
- 1.2. Paramassi
- 1.3. Rivestimenti di pareti e scarpate
- 1.3.1. Mantellate in lastre
- 1.3.2. Mantellate a grigliato reticolato
- 1.3.3. Rivestimento con rete metallica
- 1.3.4. Rivestimento mediante impiego di malta di cemento vibrato
- 1.4. Gabbionate
- 1.4.1. Gabbioni metallici
- 1.5. Tubazioni, canalette, cunette e cunicoli
- 1.5.1. Tubazioni
- 1.5.1.1. Tubazioni in c.a.v.
- 1.5.1.2. Tubazioni in PVC rigido
- 1.5.1.3. Pozzetti e chiusini
- 1.5.2. Canalette
- 1.5.2.1. Canalette ad embrici
- 1.5.3. Cunette
- 1.5.4. Cunicoli
- 1.5.5. Rivestimento per cunette e fossi di guardia
- 1.5.5.1. In elementi prefabbricati in c.a.v.
- 1.5.5.2. In conglomerato cementizio, gettato in opera
- 1.5.5.3. In muratura di pietrame
- 1.5.6. Cordonature
- 2.0. DIFESE SPONDALI
- 2.1. Prismi in conglomerato cementizio
- 2.2. Massi di roccia
- 2.3. Gabbioni
- 2.4. Materassi in pietrame
- 2.5. Soglie di fondo
- 3.0. MURI DI SOSTEGNO
- 3.1. Muri in muratura
- 3.2. Muri in calcestruzzo
- 3.3. Muri in gabbioni
- 4.0. Opere di sostegno in terra rinforzata
- 4.1. Strutture di sostegno a scomparti cellulari
- 4.2. Strutture di contenimento in elementi scatolari
- 5.0. Specifica di controllo
- 5.1. DIFESA DEL CORPO STRADALE
- 5.1.0. Disgaggio di massi
- 5.1.1. Paramassi
- 5.1.1.0. Controlli sui materiali
- 5.1.1.0. Controlli in posa in opera
- 5.2. RIVESTIMENTI DI PARETI E SCARPATE
- 5.2.1. Gabbioni e Materassi metallici
- 5.2.2. Opere in pietrame: controlli dei massi e loro posizionamento
- 5.3. MURI DI SOSTEGNO

- 5.3.1 Muri di sostegno in pannelli di c.a.v.
- 5.3.2 Muri di sostegno in pannelli di c.a.p.
- 5.3.3. Muri di controripa in pannelli di c.a.v.
- 5.3.4. Muri di sostegno in muratura
- 5.3.5. Muri di sostegno in calcestruzzo
- 5.3.6. Muri di sostegno in elementi prefabbricati (c.a.v. , c.a.p.)
- 5.3.7. Muri di sostegno in terra rinforzata

1.0 DIFESA DEL CORPO STRADALE

1.1. Disgaggio di massi

Dopo una accurata ispezione delle pareti rocciose per l'accertamento della presenza e della disposizione di masse instabili, si dovrà provvedere con qualsiasi mezzo, incluso l'esplosivo, all'abbattimento e rimozione di dette masse, da eseguirsi a qualsiasi quota dal piano stradale.

1.2. Paramassi

Si distinguono in:

- paramassi elastici
- paramassi rigidi.

I paramassi elastici dovranno essere formati da:

Ritti di testata in profilato HEB del tipo S275J0 non inferiori a 320 mm, controventati da puntoni in profilati a C non inferiori a mm 200, solidamente collegati ai montanti mediante saldatura o imbullonatura, con eventuale ausilio di fazzoletti o piastre ed angolari;

Ritti intermedi in profilati IPE o NP del tipo S275J0 non inferiori a 240 mm, muniti di manicotti distanziato da reggicavo, opportunamente svasati alle estremità per evitare danni alle funi e saldati all'ala lato monte dei fitti.

Tali fitti potranno essere incastrati al piede su manufatti esistenti o su nuovi basamenti in c.a., infiggendo il profilato per una altezza non inferiore a 80 cm e sigillando con malte espansive.

Potranno, altresì, essere fissati a mezzo di cerniera meccanica, vincolata al basamento mediante idonea forcina in acciaio Fe 430, per consentire la rotazione di fitti sul piano ortogonale.

Orditura longitudinale di cavi funicolari di acciaio del diametro non inferiore a 12 mm aventi ciascuno resistenza a rottura non inferiore a 10 tonnellate, opportunamente tesati infilati nei manicotti dei atti intermedi ed ormeggiati ai atti di estremità mediante cappio con morsetti; detti cavi saranno adagiati in una gola arcuata costituita da profilato a C o simile non inferiore a 35 mm opportunamente calandrato e solidamente fissato al fitto.

I cavi funicolari dovranno essere collegati a due a due mediante distanziatori, in tondino d'acciaio $\varnothing 10$ mm e del tipo Fe B 22 K, fissati alle funi stesse e posti ad un interesse non inferiore a 50 cm, sfalsati su file attigue.

Rete metallica zincata a doppia torsione, del peso non inferiore a $1,7 \text{ Kg/m}^2$ costituita da filo di diametro di mm 2,7-3,0 a maglie esagonali, stesa a ridosso dell'orditura di funi, lato monte, e legata alle funi con filo di ferro zincato, nel caso di interesse tra i cavi funicolari non superiore a 20 cm; oppure rete a maglie estensibili delle dimensioni non superiori a mm 150x150 costruita con fune, rivestita in PVC, a fili di acciaio aventi resistenza a trazione non inferiore a 160 Kg/mm^2 .

I paramassi, quando hanno ritti incernierati, dovranno avere sempre gli stessi opportunamente tirantati .

La verniciatura protettiva dei profilati metallici dovrà essere eseguita in accordo al seguente ciclo:

- preparazione delle superfici mediante spazzolatura meccanica al grado St3 secondo lo Swedish-Standard Association;
- applicazione di due mani di minio oliofenolico delle spessore di 35 micron per mano;
- dopo la messa in opera, applicazione di due mani:
 - 1) al cloro-caucciù intermedia (spessore 40 micron);
 - 2) un'altra al cloro-caucciù di finitura (spessore 60 micron).

Dovrà essere inoltre realizzata la spalmatura delle funi con due mani di bitume.

Prima della messa in opera delle funi verrà prelevato, previa stesura di apposito verbale, in contraddittorio con l'Impresa, uno spezzone di ogni fune da impiegare; detto campione verrà inviato ad un Laboratorio ufficialmente riconosciuto, per essere sottoposto alle prove di verifica per la determinazione del limite di rottura.

b) La barriera paramassi rigida da porsi in opera, su basamenti esistenti o da realizzare in c.a., dovrà essere costituita da:

- montanti verticali formati da lamiera sagomata ad U dello spessore non inferiore a millimetri 4,2 rinforzati con profilati a doppio T non inferiori a millimetri 180 di acciaio tipo S275J0, completa di apposito cappello e aventi altezza fuori terra e profondità di incastro variabile a seconda delle prescrizioni di progetto;
- elementi di collegamento tra il montante ed il longherone, sagomati, in lamiera dello spessore non inferiore a millimetri 4,2;
- longheroni opportunamente sagomati in lamiera di acciaio dello spessore di 20/10;
- elementi di rinforzo sagomati in lamiera di acciaio dello spessore di 20/10 da porsi in opera all'interno del longherone di sommità;
- bulloneria.

Tutti gli elementi saranno dotati di appositi fori per l'assemblaggio, nell'opera è compreso l'intasamento dei fori con malta composta da Kg 400 di cemento.

Tutti gli elementi costituenti la barriera saranno zincati a caldo.

1.3 Rivestimenti di pareti e scarpate

1.3.1 Mantellate in lastre

Dovranno essere in c.a.v., avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, in elementi dimensioni di 50x25x5 cm.

La superficie in vista delle lastre dovrà risultare perfettamente piana e liscia; i bordi dovranno essere sagomati in modo da formare un giunto aperto su tutto il perimetro.

Si procederà preliminarmente alla regolarizzazione del piano di posa che dovrà essere accuratamente costipato e livellato, anche con apporto di sabbia; la posa in opera delle lastre dovrà procedere dal basso verso l'alto avendo cura di ottenere fughe longitudinali e trasversali ben allineate, con giunti aperti verso l'alto, all'interno dei quali sarà posta l'armatura metallica costituita da barre del diametro di 6 mm in acciaio del tipo B450C, annegate nella malta di sigillatura dosata a 500 Kg/m³ di cemento.

La sigillatura dei giunti dovrà essere preceduta da abbondante bagnatura; la malta dovrà essere lisciata a cazzuola così da dare continuità alla superficie; durante i primi giorni la mantellata dovrà essere bagnata e se necessario ricoperta con stuoie.

I giunti di dilatazione dovranno essere realizzati ogni 4-5 m, trasversalmente all'asse della mantellata; dovranno essere intasati con materiale bituminoso di appropriate caratteristiche, tale da aderire alle lastre e di non colare.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione dovrà essere interrotta la continuità dell'armatura metallica.

1.3.2 Mantellate a grigliato articolato

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, armato con tondini di acciaio B450C del diametro non inferiore a 6 mm.

Gli elementi avranno superficie di circa 0,25 m² e dovranno essere muniti di naselli ad incastro a coda di rondine per ottenere una mantellata continua ma articolata, in grado di seguire eventuali assestamenti della superficie di posa. Ciascun elemento avrà spessore di 9-10 cm e peso di 30-35 kg; dovrà presentare cavità a tutto spessore per circa il 35-40 % della sua superficie.

Potranno essere richiesti elementi speciali provvisti di armatura rinforzata in corrispondenza degli incastri, da utilizzare dove siano prevedibili sforzi di trazione più accentuati.

In corrispondenza di superfici coniche dovranno essere forniti elementi di speciale sagomatura.

La posa in opera dovrà comprendere la regolarizzazione e costipamento del piano di posa, il riempimento della cavità con terra vegetale, la semina con idoneo miscuglio di erbe da prato perenni.

1.3.3. Rivestimento con rete metallica

Il rivestimento sarà realizzato mediante posa di rete metallica, del peso non inferiore a 1,400 kgm², formata con filo di ferro zincato del diametro di 3 mm, a maglie esagonali a doppia torsione con fissaggio alle pareti mediante barre di acciaio $\phi=12$ mm ad aderenza migliorata del tipo B450C in numero di almeno una ogni 4 metri quadrati, lunghe fino a m 2, ancorate in fori del diametro di 2 pollici con malta cementizia.

1.3.4. Rivestimento mediante impiego di malta di cemento spruzzata

Per il consolidamento delle scarpate si applicheranno le norme contenute nel D.M. 11.3.1988 (S.O. alla G.U. n. 127 dell'1.6.1988).

Tale consolidamento verrà eseguito procedendo, di norma, dall'alto verso il basso della scarpata.

Si dovrà procedere innanzi tutto a conformare la scarpata da trattare a gradoni la cui profilatura sarà definita dagli elaborati di progetto.

I ripiani dei vari gradoni avranno una leggera inclinazione verso monte e sui gradoni stessi, al piede del gradone, dovrà essere costruita una scolina nella quale confluiranno le acque meteoriche.

Eseguito il gradonamento come sopra indicato, si procederà alla stesa ed al fissaggio sulle pareti subverticali di una rete metallica a maglie esagonali della larghezza di norma di mm 51 composta di filo n. 4 a doppia torsione.

Il fissaggio della rete avverrà a mezzo di staffe in ferro aventi, di norma, il diametro di mm 10 e la lunghezza non inferiore a cm 40 preventivamente trattate con antiruggine e poste ad interesse non superiore a cm 50.

Sulle pareti subverticali, dopo un'accurata bagnatura, si procederà all'esecuzione del rivestimento con malta di cemento, le cui caratteristiche dovranno essere definite in sede di progetto; in assenza di questo si potrà fare riferimento ad una malta a Kg. 400 di cemento per ogni metro cubo di sabbia, applicata a spruzzo ed eventualmente anche a mano.

Lo spessore reso di tale strato di rivestimento non dovrà mai essere inferiore a cm 3.

Durante la stesa della rete metallica l'impresa dovrà provvedere a riquadrare la rete stessa sui lati ed in corrispondenza di necessari giunti di dilatazione a mezzo di tondino di ferro del diametro di 4 o 6 mm secondo le disposizioni che all'uopo verranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

Così consolidate le pareti subverticali si procederà al trattamento delle superfici orizzontali costituenti i gradoni mediante l'apporto di uno strato di terra vegetale di conveniente spessore, ma comunque non inferiore a cm 10, e la messa a dimora delle essenze che saranno ritenute più idonee in relazione alle caratteristiche fisico-chimiche dei terreni ed alle condizioni climatologiche locali.

L'Impresa avrà obbligo di effettuare tutte le necessarie cure colturali comprese, quando occorra, le irrigazioni di soccorso fino a che non risulterà il completo attecchimento delle piante messe a dimora, nonché l'onere della sostituzione delle piante che non fossero attecchite.

Qualora i lavori venissero eseguiti in presenza di traffico, durante la loro esecuzione l'impresa dovrà evitare, con ogni mezzo, qualsiasi ingombro della sede stradale e dovrà preservare, a sua cura e spese, l'efficienza sia del piano viabile bitumato che dell'impianto segnaletico esistente nel tratto stradale interessato dai lavori.

1.4.Gabbionate

A difesa del corpo stradale, oltre ai citati interventi, possono essere impiegate le gabbionate.

Saranno realizzate a qualsiasi altezza rispetto al piano stradale e saranno costituite da gabbioni metallici di qualsiasi tipo e dimensione.

Se necessario potrà essere posto in opera uno strato filtrante geotessile non tessuto per garantire il drenaggio delle acque piovane.

1.4.1 Gabbioni metallici

I gabbioni metallici dovranno avere forma prismatica ed essere costituiti da rete metallica a doppia torsione, a maglia esagonale, tessuta a macchina con trafilato di ferro a forte zincatura in ragione di 260-300 g di zinco per metro quadrato di superficie zincata e dovranno rispondere alle Norme di cui alla Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 2078 del 27/08/1962.

La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi, essere esente da strappi ed avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiorato rispetto a quello della rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza.

Gli elementi dovranno presentare una perfetta forma geometrica secondo i tipi e le dimensioni fra quelli di uso corrente. I gabbioni dovranno essere posti in opera secondo le previsioni di progetto.

Preliminarmente l'impresa dovrà procedere alla regolarizzazione del piano di posa, quindi al posizionamento degli elementi collegandoli tra loro mediante cuciture.

Il filo da impiegare nelle cuciture dovrà avere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete e comunque non dovranno avere diametro inferiore a 2,20 mm per i gabbioni e 2,00 mm per i materassi.

Le cuciture dovranno essere tali da creare la struttura monolitica ed assicurare la sua massima resistenza in funzione delle caratteristiche delle singole opere.

Le cuciture più importanti normalmente dovranno essere effettuate passando un filo continuo dentro ogni maglia e con un doppio giro ogni 25-30 cm.

Sono ammessi altri sistemi purché siano giudicati idonei dalla Direzione Lavori. Durante il riempimento dovranno essere posti in opera i previsti tiranti, costituiti da un unico spezzone di filo avente le stesse caratteristiche di quello usato per le cuciture, fissato alla rete di pareti adiacenti od opposte dell'elemento.

Il materiale da usarsi per il riempimento dei gabbioni e materassi potrà essere costituito da pietrame o ciottoli, di composizione compatta, sufficientemente duro, di elevato peso specifico e di natura non geliva.

Sarà escluso il pietrame alterabile dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua con cui l'opera verrà a contatto.

Il materiale di riempimento dovrà in ogni caso essere ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori; le sue dimensioni dovranno essere comprese fra 100 e 150% della maggiore dimensione della maglia della rete, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

Il pietrame dovrà essere assestato dentro all'elemento in modo da avere il minor numero di vuoti possibile ma senza provocare lo sfiancamento delle pareti dell'elemento e le facce in vista saranno lavorate con le stesse modalità della muratura a secco (l'indice di porosità del gabbione dovrà essere compreso tra 0.3 e 0.4).

La chiusura degli elementi dovrà essere effettuata mediante cuciture, come indicato in precedenza.

Dopo la chiusura degli elementi, la rete delle pareti e del coperchio dovrà risultare ben tesa e con i filoni dei bordi tra di loro a contatto, evitando attorcigliamenti.

1.5. Tubazioni, canalette, cunette e cunicoli

Per agevolare lo smaltimento delle acque piovane ed impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, è prevista, ove necessario, la sistemazione e la costruzione di collettori di scolo, canalette, cunette e cunicoli.

1.5.1. Tubazioni

1.5.1.1. Tubazioni in c. a. v.

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 25$ MPa;
- spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;
- sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà essere sigillato in opera con malta di cemento.

Dovranno essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio, eventualmente rinfiacati; il conglomerato per la platea ed i rinfiacchi sarà del tipo di fondazione avente $R_{ck} \geq 25$ MPa.

Tra tubazione e platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a 400 Kg/m^3 di cemento.

1.5.1.2. Tubazioni in P.V.C. rigido

La tubazione sarà costituita da tubi in policlورو di vinile non plastificato con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, del tipo 303 serie pesante, secondo norme UNI 7B450C7/87.

Verrà interrata in un cavo di dimensioni previste in progetto sul cui fondo sarà predisposto del materiale fino di allettamento; qualora previsto in progetto verrà rinfrancato con conglomerato del tipo di fondazione con $R_{ck} \geq 25$ MPa. Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

La Direzione Lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali inadonei.

1.5.1.3. Pozzetti e chiusini

Dovranno essere in conglomerato cementizio armato e vibrato, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 30$ MPa;
- armatura in rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni.

I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.

Saranno conformi alle norme UNI - EN 124 (Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature).

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento; la classe corrispondente; la sigla e/o nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni saranno indicate negli elaborati di progetto.

1.5.2. Canalette

Le canalette saranno in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata, oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHTO M. 167-70 e AASHTO M. 36-70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40 % spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI, carico unitario di rottura non minore di 34 Kg/mm^2 e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a 305 g/m^2 per faccia.

Nella posa in opera saranno compresi i raccordi, i tiranti, i profilati di raccordo, la bulloneria ed ogni altro onere per l'esecuzione del lavoro.

1.5.2.1 Canalette ad embrici

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, in elementi di 50/40 x50x20 cm e spessore 5 cm, secondo i disegni tipo di progetto.

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.

Prima della posa in opera l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro 24 mm e lunghezza non inferiore a 80 cm, infissi nel terreno per almeno 60 cm, in modo che sporgano almeno 20 cm. Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slittamento a valle. In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato.

La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

1.5.3. Cunette

La formazione di cunetta potrà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche prescritte dal progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elementi.

Questa opera comprenderà la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefabbricati, la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per dare i lavori finiti.

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla stessa Direzione Lavori.

(Ogni partita composta di 200 elementi per tubazioni, pozzetti e cordonature di 500 elementi per canalette, mantellate, cunette e fossi).

Le operazioni di prelievo e di prova saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Qualora la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

1.5.4. Cunicoli

La costruzione di cunicoli drenanti, aventi sezione all'interno del rivestimento, non superiore a 30 m², potrà avvenire con perforazione sia a mano che meccanica in terreni di qualsiasi natura durezza e consistenza, compresi gli oneri per la presenza e lo smaltimento di acqua di qualsiasi entità e portata; compresi gli oneri per tutte le puntellature, armature e manto di qualsiasi tipo, natura, ed entità.

Nella esecuzione del lavoro si potranno adottare gli stessi sistemi di scavo utilizzati per le gallerie, quali l'impiego di centinature, semplici o accoppiate, costituite da profilati o da strutture reticolari in ferro tondo, se del caso integrate da provvisorie puntellature intermedie; il contenimento del cielo o delle pareti di scavo con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio con conglomerato cementizio lanciato a pressione con l'eventuale incorporamento di rete e centine metalliche; l'impiego di ancoraggi e bullonaggi, marciavanti e lamiere metalliche; l'uso di attrezzature speciali e di altre apparecchiature meccaniche ed in genere qualsiasi altro metodo di scavo a foro cieco. Per l'esecuzione degli scavi in presenza di terreni particolarmente compatti, roccia dura da mina o grossi trovano, potrà essere consentito l'uso delle mine ma con cariche modeste e alloggiare in fori di profondità adeguatamente limitata, previa autorizzazione delle competenti autorità.

Per quanto concerne le prescrizioni per gli scavi in sotterraneo e per il rivestimento in conglomerato delle pareti di scavo, valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni di cui alla sezione "Gallerie" del presente Capitolato.

1.5.5. Rivestimento per cunette e fossi di guardia

1.5.5.1. In elementi

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo B450C, in fili del diametro di 6 mm e del peso non inferiore a 3,00 Kg/m².

Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale od a L, secondo i disegni tipo di progetto; lo spessore dovrà essere non inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza pialla; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m³ di cemento.

Posti in opera su letto di materiale arido perfettamente livellato e costipato avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

1.5.5.2. In conglomerato cementizio, gettato in opera

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguito con conglomerato cementizio di tipo II con $R_{ck} \geq 30$ MPa, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, la formazione di giunti.

1.5.5.3. In muratura di pietrame

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a 350 kg/m^3 di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti.

Il rivestimento dello spessore indicato in progetto sarà eseguito previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

1.5.6. Cordonature

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 30$ MPa, in elementi di lunghezza 1,00 m, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto.

Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite. Verranno posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 Kg/m^3 di cemento che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura.

2.0. DIFESE SPONDALI

Il tipo di rivestimento per proteggere dall'erosione le sponde, dipende dai materiali disponibili, dalle condizioni di stabilità delle sponde e dalla velocità della corrente.

Per sponde inclinate e stabili la protezione potrà essere eseguita in scogliera, naturale o artificiale, a grossa pezzatura, gabbioni e/o materassi in pietrame. Qualora oltre alla protezione della sponda, si dovesse rendere necessario assicurare anche la stabilità delle stesse, si utilizzeranno gabbioni e/o materassi in pietrame, paratie, prismi in conglomerato cementizio, palificate, muri di sponda.

2.1. Prismi in conglomerato cementizio

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, in elementi di forma cubica delle dimensioni previste in progetto.

I prismi dovranno presentare facce piane, aspetto compatto e regolarità di forma; la Direzione Lavori rifiuterà quelli che non rispondessero alle caratteristiche di cui sopra.

Per il controllo della resistenza del conglomerato si procederà secondo le prescrizioni riportate alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato, con l'avvertenza che l'Impresa non dovrà porre in opera i prismi prima che siano state effettuate le prove per la determinazione della resistenza e prima che la Direzione Lavori abbia terminato le operazioni di conteggio. A questo scopo i prismi dovranno essere costruiti in file rettilinee e parallele.

Nell'eventualità che la cassatura interessi solo le quattro facce laterali del prisma, onde assicurare la regolare conformazione dello stesso anche per la faccia a diretto contatto con il terreno, sarà necessario provvedere prima del montaggio delle casseforme a regolarizzare la superficie di appoggio spianandola e compattandola in modo adeguato.

Il calcestruzzo verrà versato nelle casseforme a strati regolari ed ogni strato sarà accuratamente vibrato in modo da evitare la formazione di vuoti e rendere l'ammasso il più possibile omogeneo e compatto.

Dovranno essere inglobate nel getto idonee armature in acciaio costituenti i ganci per la movimentazione dei prismi. Si potrà procedere alla scasseratura delle pareti laterali non prima che siano trascorse 24 h dal getto.

La rimozione ed il trasporto dei prismi non potrà aver luogo prima che siano trascorsi trenta giorni dalla data del loro confezionamento ed in ogni caso solo previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Nel trasporto e nel collocamento in opera si dovrà usare la massima cautela per evitare che i prismi possano essere danneggiati. Prima di iniziare le operazioni di posa l'impresa dovrà in contraddittorio con la Direzione Lavori, procedere al picchettamento della difesa riportando fedelmente sul terreno il tracciato indicato in progetto.

Terminate le operazioni di tracciamento l'Impresa potrà provvedere alla realizzazione della difesa procedendo nelle operazioni di posa dei prismi da monte verso valle.

La posa in opera dovrà avvenire nel rispetto delle sagome di progetto mediante la collocazione di ogni singolo elemento sul piano di appoggio preventivamente regolarizzato.

Ciascun elemento dovrà essere disposto in modo da garantirne una giacitura stabile indipendentemente dalla posa in opera degli elementi adiacenti; i giunti dovranno risultare sfalsati sia in senso longitudinale che in quello trasversale e permettere uno stretto contatto tra gli elementi adiacenti.

2.2 Massi di roccia

I massi da impiegare nella costruzione di scogliere dovranno essere inalterabili, tenaci, privi di fratture e piani di scistosità, e il loro peso di volume dovrà essere maggiore o uguale a 25 kN/m, il peso specifico p dovrà essere maggiore o uguale 26 kN/m ed il grado di compattezza $C = P/p$ sarà maggiore o uguale 0.95.

Le categorie di massi saranno le seguenti:

Massi di I categoria: elementi di peso complessivo fra 50 e 100 kg

Massi di II categoria: peso fra 100 e 500 kg

Massi di III categoria: peso fra 500 e 1500 kg

Massi di IV categoria: peso fra 1500 e 4000 kg

Massi di V categoria: peso oltre i 4000 kg

La roccia, costituente i massi, non dovrà risultare geliva alla prova eseguita secondo le Norme del R.D. 16 novembre 1939 - IVII n. 2232, relativa all'accettazione delle pietre naturali da costruzione. Per l'accertamento delle caratteristiche dei massi, l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà predisporre, per l'invio a laboratorio, campioni costituiti da una serie di 24 cubi a facce perfettamente piane e parallele e con spigoli regolari delle dimensioni di 10 cm, e da una serie di 8 cubi con spigoli di 3 cm; su ciascun campione si indicheranno quali sono le facce parallele al piano di giacitura in cava.

La forma dei massi sarà tale che, inscrivendo ogni masso in un parallelepipedo, il minore dei lati del parallelepipedo circoscritto non risulterà inferiore alla metà del lato maggiore dello stesso. La Direzione Lavori ha la facoltà di integrare le prove sopra prescritte con prove di caduta massi direttamente in cava, secondo modalità fissate dalla stessa.

Tutte le prove di cui sopra saranno effettuate all'inizio della fornitura e sistematicamente ripetute nel corso della fornitura stessa, secondo opportunità.

Per la classificazione dei massi secondo le categorie di cui sopra, l'Impresa dovrà disporre di:

- una bascula tarata, della portata non inferiore a 20 tonnellate, per la pesatura dei massi che verranno approvvigionati con mezzi terrestri; tale bascula sarà del tipo a registrazione automatica e dovrà essere montata attuando ogni accorgimento per la perfetta regolarizzazione del piano di appoggio;
- mezzi fluviali, utilizzati per la formazione ed il ricarica delle scogliere radenti e dei pennelli, dotati cri appositi dinamometri tarati per la determinazione del peso di ciascun masso.

Nell'esecuzione dei lavori i massi di maggiore dimensione dovranno essere posti verso l'esterno e quelli di minore dimensione verso l'interno, cosicché risulti graduale il passaggio dei massi di peso maggiore a quelli di peso minore. Il completamento e la sistemazione delle scogliere dovrà essere effettuato a tutta sagoma, procedendo per tratti successivi che dovranno essere mano a mano completata secondo la sagoma prescritta, in modo da realizzare una perfetta continuità fra i vari tratti.

Non saranno accettati i massi che, all'atto della posa in opera, dovessero presentare lesioni o rotture, cosa come quelli che, nelle operazioni di posa, dovessero cadere fuori sagoma.

2.3 Gabbioni

Si realizzeranno in conformità alle indicazioni del punto 1.4.1 della presente Sezione.

2.4 Materassi in pietrame

Il materasso in pietrame è costituito da una struttura metallica, avente forma parallelepipedica di notevole ampiezza e piccolo spessore, divisa in più celle, costituita da una rete metallica a maglia esagonale a doppia torsione, fortemente zincata ed eventualmente protetta con rivestimento in materiale plastico; tale elemento viene riempito in opera con ciottoli o pietrisco di idonee dimensioni.

Il materasso sarà realizzato da un telo continuo di rete sul quale, alla distanza di 1,00m l'uno dall'altro, verranno inseriti i diaframmi dello stesso tipo di rete in modo tale da formare una struttura cellulare di larghezza da 2,00 m a 3,00 m, il telo continuo servirà per formare sia la base che le pareti laterali dell'elemento. il coperchio sarà costituito da un telo di rete separato da quello di base.

I teli di rete saranno delimitati, esternamente lungo i bordi, da fili di diametro più grosso di quello usato per fabbricare la rete, che rinforzeranno la struttura e faciliteranno, durante la messa in opera, le legature di chiusura delle tasche e di unione degli elementi fra di loro.

La rete metallica a maglia esagonale e doppia torsione sarà realizzata in accordo alle norme UNI 8018, tessuta con trafilato di ferro in accordo alle norme UNI 3598, a forte zincatura, in accordo a quanto previsto dalla Circolare del Consiglio Superiore LLPP n. 2078 del 27.8.62.

Per materassi lavoranti in ambiente marino, oppure in ambienti particolarmente inquinati il filo zincato, prima di essere tessuto, sarà rivestito per estrusione con una guaina continua in PVC di spessore 0.4-0.6 mm.

La pezzatura varierà tra 1 e 1,5-2 volte la dimensione D della maglia della rete.

L'indice di porosità sarà contenuto tra 0.3 e 0.4. Non è richiesto impiego di materiale con caratteristiche particolari, purché non si tratti di materiale gelivo o di marne friabili; è opportuno che il pietrame sia di natura compatta e con peso specifico non inferiore a 2000 Kg/m³.

Prima della posa in opera il singolo materasso verrà allestito effettuando le sole legature di unione fra i diaframmi ed i lembi laterali del telo base che costituiscono le pareti dell'elemento.

La linea di piegatura delle pareti laterali sarà ben definita, nella posizione voluta, da un filo metallico di diametro maggiore.

E' preferibile che i singoli elementi di materasso siano allestiti fuori opera, anche quando la scarpata sulla quale si debba eseguire il rivestimento non sia molto inclinata, e ciò per maggiore comodità e per non danneggiare il terreno già livellato.

Dopo aver predisposto sul piano cri posa un certo numero di elementi, già assemblati nella loro forma cellulare, si dovrà procedere a collegati fra di loro con solide cuciture lungo tutti gli spigoli che si vengono a trovare a contatto.

Le legature saranno eseguite passando il filo in modo continuo in tutte le maglie, con un doppio giro ogni due maglie, e il collegamento in opera dei materassi sarà eseguito ad elementi vuoti per rendere più facile tale operazione. Qualora i materassi fossero senza diaframmi, all'interno saranno apposti dei tiranti tra parti opposte. Quindi si procederà alla operazioni di riempimento.

Ultimate tali operazioni si procederà alla chiusura degli elementi utilizzando il singolo coperchio, oppure rete in rotoli ed effettuando le dovute legature di unione sia lungo i bordi laterali che lungo quelli dei diaframmi interni.

Si eseguiranno prima le legature che fissano il coperchio ai bordi laterali dell'elemento, poi quelle che lo collegano ai diaframmi trasversali. Normalmente le scarpe di appoggio si faranno inclinate di 1:1,5 o di 1:2 secondo la natura del terreno, tenendo la pendenza massima in casi di terre vegetali di media consistenza e la minima con quelle argillose.

Qualora si stia procedendo ad un rivestimento d'alveo, il materasso verrà disposto sulle sponde trasversalmente al corso d'acqua e cioè secondo la massima inclinazione delle sponde e perpendicolarmente al filo della corrente.

Questa disposizione non è tassativa; potrà a volte convenire disporre gli elementi in senso longitudinale alla corrente come ad esempio nei rivestimenti del fondo, e, nel caso di corsi d'acqua con notevole velocità, anche nei rivestimenti di sponda; a determinare la scelta fra i due suddetti sistemi interverranno anche la maggior facilità cri posa in opera o ragioni costruttive di varia natura. La posa in opera direttamente in acqua sarà eseguita come per i gabbioni.

2.5 Soglie di fondo

Le soglie di fondo sono strutture trasversali all'alveo e poco emergenti dal fondo, destinate ad evitarne l'approfondimento in quanto costituenti un livello inerodibile nell'alveo stesso.

Saranno preferibilmente scavate sezioni trapezie, e la soglia sarà costituita da pietrame di grossa pezzatura, o si potranno realizzare come platee in calcestruzzo o in gabbioni e/o materassi di pietrame, soprattutto per la difesa di opere particolari, quali pile di ponti o altro, nel qual caso la soglia si prolungherà a monte e a valle dell'opera.

3.0. MURI DI SOSTEGNO

Potranno essere realizzati in muratura, in calcestruzzo semplice e/o armato, in gabbioni di pietrame o in elementi prefabbricati. Il comportamento dell'opera di sostegno, intesa come complesso strutture-terreno, deve essere esaminato tenendo conto della successione e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di fondazione e di eventuali materiali di riporto, interessati dall'opera, dalla falda idrica, dai manufatti circostanti, dalle caratteristiche di resistenza e deformabilità dell'opera, dei drenaggi e dispositivi per lo smaltimento delle acque superficiali e sotterranee, nonché delle modalità di esecuzione dell'opera e dell'eventuale rinterro, così come indicato dalle vigenti disposizioni di legge (DM 11.03.1988).

3.1. Muri in muratura

Verranno realizzati mediante l'impiego di muratura di pietrame a secco e/o di pietrame e malta.

Per ciò che attiene le caratteristiche dei materiali costituenti l'opera si rimanda alla sezione "Murature" del presente Capitolato.

3.2. Muri in calcestruzzo

Potranno essere realizzati in calcestruzzo semplice e/o armato. Per ciò che attiene le caratteristiche dei materiali costituenti l'opera si rimanda alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato.

3.3. Muri in gabbioni

Nei muri in gabbioni, i singoli gabbioni componenti saranno saldamente collegati tra loro mediante legature sino a realizzare una struttura monolitica; il dimensionamento verrà condotto con i criteri delle opere di sostegno a gravità. Le caratteristiche dei gabbioni nonché la loro esecuzione si atterranno a quanto prescritto nel punto 1.4.1 del presente Capitolato ed alle indicazioni specifiche, compatibilmente a quelle delle maglie onde ottenere una densità quanto più possibile uniforme; lo spessore dei singoli elementi si manterrà intorno a 0.50 m, e detti elementi si disporranno con il lato più lungo parallelo alla sezione verticale del muro; i muri potranno essere realizzati con gradonatura verso valle, oppure verso monte (staticamente più consigliabile); per altezze superiori ai 3 m non saranno adottati paramenti verticali, ma si inclinerà l'opera a reggipoggio di almeno 6° oppure si realizzeranno adeguate riseghe; per altezze superiori ai 5-6 m si consiglia una gradonatura verso valle.

Per contrastare la deformabilità comunque elevata dell'opera, potranno essere impiegati uno o più ordini di tiranti, il drenaggio a tergo dell'opera sarà effettuato con i consueti metodi; sarà evitata per motivi statici la disposizione a faccia-vista del pietrame sulla facciata esterna, adottabile per motivi estetici solamente in strutture poco sollecitate.

4.0 OPERE DI SOSTEGNO IN TERRA RINFORZATA

Potranno essere realizzate mediante l'impiego delle seguenti tipologie di armature:

- in acciaio laminato;
- geotessile, geogriglie, etc.

Per quanto riguarda la prima tipologia di rinforzi, questi dovranno essere costituiti da costituiti da un rilevato armato con armature lineari ad alta aderenza in acciaio laminato del tipo Fe 510, di sezione 40x5 mm o equivalente, zincato a caldo in ragione di 5 g/dm² e spessore medio 0,07 mm e da un paramento verticale in pannelli prefabbricati di c.a.v., avente $R_{ck} \geq 30$ MPa ed armatura in barre in acciaio B450C controllato in stabilimento.

Il collegamento tra i pannelli e le armature del terrapieno è realizzato con attacchi in acciaio zincato a caldo annegati nel getto dei pannelli e vincolati ai ferri d'armatura del conglomerato cementizio.

I pannelli di paramento, sagomati e disposti come da progetto, alterneranno nelle file di base e di sommità elementi interi con elementi speciali costituiti da semipannelli; in corrispondenza di spigoli e di coronamento suborizzontali dovranno essere impiegati pannelli speciali in misure fuori standard.

I giunti tra i pannelli devono essere attrezzati per permettere un assestamento flessibile in quelli orizzontali ed il passaggio dell'acqua con trattenuta dei materiali fini in quelli verticali.

I giunti orizzontali saranno costituiti pertanto da strati dello spessore di almeno 2 cm di sughero pressato trattato con resine epossidiche.

Quelli verticali da strisce di schiuma di poliuretano a cellule aperte di sezione 4x4 cm.

I pilastri d'angolo e le lastre coprigiunto, in elementi prefabbricati di c.a.v., dovranno avere le stesse caratteristiche dei pannelli e dovranno comprendere i pezzi speciali, gli attacchi e quant'altro necessario.

In aderenza al paramento interno delle lastre dovrà essere fornito e posto in opera in più riprese un rivestimento costituito da un telo in geotessile non tessuto in polipropilene del peso di 350 g/m².

Il coronamento in sommità dei pannelli costituenti il paramento verticale sarà realizzato in cemento armato secondo le previsioni di progetto.

Nella formazione del rilevato costituente il terrapieno armato dovranno essere applicate norme e prescrizioni alla sezione "Movimenti di terra" del presente Capitolato.

L'Impresa dovrà porre particolare cura alla selezione dei materiali costituenti il rilevato, dovrà effettuare il costipamento in spessori ridotti per la presenza delle armature e con particolari cautele a ridosso del paramento esterno.

4.1. Strutture di sostegno a scomparti cellulari

Costituite da elementi in c.a.v. prefabbricati, atti a formare, mediante sovrapposizione alternata ortogonale, scomparti cellulari da riempire con materiale lapideo sciolto di fiume, di cava o di frantoio, di idonea pezzatura,

contenente una percentuale di fino (limo o argilla) variabile dal 10÷15% ed avente peso specifico non inferiore a 1,9 t/m³. Gli elementi prefabbricati in c.a.v., di sagomatura come da progetto, dovranno avere $R_{ck} \geq 35$ MPa ed armatura in barre di acciaio B450C controllato in stabilimento.

La configurazione delle pareti longitudinali potrà essere verticale o a scarpa, a seconda delle indicazioni di progetto. Le caratteristiche geometriche degli elementi in c.a.v. dovranno essere tali da inibire la fuoriuscita del materiale di riempimento; in particolare tutti gli elementi longitudinali formanti il paramento in vista dovranno essere sagomati in modo da presentare verso l'esterno una vaschetta che dovrà essere riempita con terreno agrario ed impiantata con piantine di essenze arbustive, rampicanti e tappezzanti, in ragione di quattro piantine per metro di vaschetta.

La struttura sarà appoggiata su fondazione in cemento armato, che dovrà risultare perfettamente orizzontale; nel caso che il piede della struttura dovesse seguire una pendenza longitudinale, la fondazione dovrà essere eseguita a gradoni, ciascuno di altezza pari o multipla di quella degli elementi.

Durante la realizzazione del muro si dovranno adottare tutti gli accorgimenti necessari per allontanare l'acqua eventualmente presente, in modo da poter eseguire le lavorazioni di posa in opera degli elementi prefabbricati e del terreno agrario all'interno delle vaschette in assenza di acqua.

4.2. Strutture di contenimento in elementi scatolari

Costituite da elementi scatolari in c.a.v. prefabbricati, disposti su file perfettamente orizzontali, tra loro intervallati in modo che le pareti degli elementi delle file sottostanti costituiscano appoggio per le pareti degli elementi delle file sovrapposte. L'arretramento di ciascuna fila rispetto a quella sottostante determinerà un paramento in vista inclinato di circa 70° rispetto all'orizzontale.

Ad avvenuto completamente di ciascuna fila, la struttura risultante dovrà essere riempita fino al contatto con la retrostante parete con un misto di cava od altro materiale, permeabile e sciolto, di idonea pezzatura, compattato a fondo all'interno e tra gli elementi, fino all'incontro con la parete a tergo della struttura.

Per il riempimento degli ultimi 20 cm delle superfici che restano in vista dovrà essere impiegato terreno vegetale così da agevolare l'attecchimento della vegetazione.

Le caratteristiche geometriche degli elementi in c.a.v. e le modalità esecutive della struttura dovranno essere comunque tali da impedire la fuoriuscita del materiale di riempimento.

Gli elementi scatolari ed i relativi pezzi speciali in c.a.v., di forma, dimensioni e finitura come da progetto, dovranno avere $R_{ck} \geq 30$ MPa, ed essere armati con barre e/o rete elettrosaldata di acciaio del tipo Fe E B450Ck controllato in stabilimento in ragione di 55 kg di acciaio per metro cubo di conglomerato cementizio.

La struttura sarà appoggiata su fondazione in cemento armato, dimensionata come da progetto e dovrà risultare perfettamente orizzontale; nel caso che il piede della struttura dovesse seguire una pendenza longitudinale, sarà eseguita a gradoni, ciascuno di altezza pari o multipla di quella degli elementi.

La struttura dovrà essere completata con gli elementi speciali di chiusura laterale e di chiusura di coronamento; in corrispondenza di ciascun elemento scatolare dovranno essere impiantate almeno tre piantine di essenze arbustive, rampicanti e tappezzanti; dovrà essere sistemato il terreno a monte del coronamento della struttura.

5.0. SPECIFICA DI CONTROLLO

5.1 DIFESA DEL CORPO STRADALE

5.1.0. Disgaggio di massi

Prima di dare inizio alle attività di rimozione di masse pericolose, si dovrà disporre di:

- una planimetria della zona oggetto del lavoro con l'indicazione delle masse da disaggiare;
- una breve relazione sulle modalità di rimozione;
- data o periodo in cui avverranno le attività.

Nel caso di impiego di esplosivi, saranno riportate anche le misure di sicurezza adottate.

Nel caso di impiego di esplosivi verranno i controlli indicati nella specifica relativa al loro impiego e riportata alla sezioni "Movimenti di terra" del presente Capitolato.

Alla fine dei lavori la DL accerterà che:

- tutte le masse identificate come pericolose siano state rimosse;
- che non siano stati provocati danni a manufatti pre-esistenti;
- che non siano state poste in instabilità ulteriori masse.

L'esito delle verifiche dovrà essere riportato su apposita relazione, redatta dall'Impresa, che dovrà essere controfirmata dalla DL.

5.1.1. Paramassi

5.1.1.0. Controlli sui materiali

Tutti i seguenti materiali:

- profilati in acciaio
- cavi funicolari
- reti metalliche
- lamiere lisce e sagomate

dovranno essere accompagnati, per ogni rotto di fornitura, da certificazione del fornitore dimostrante la conformità alle specifiche del presente Capitolato e forniti dalla DL.

La certificazione dei profilati dovrà attestare la conformità alle specifiche anche del ciclo di verniciatura, nel caso che i profilati vengano forniti in elementi già tagliati e verniciati.

5.1.1.0. Controlli in posa in opera

Durante le fasi di posa in opera la DL dovrà effettuare le seguenti verifiche, redigendo apposito verbale:

- Verifica che il ciclo di verniciatura dei profilati per i paramassi elastici, sia alle specifiche del presente Capitolato. Nel caso che gli elementi in profilato provengano dal fornitore già verniciati, si dovrà controllare l'integrità del trattamento protettivo.
- Verifica della corrispondenza alle specifiche di Capitolato degli elementi dei paramassi elastici (se questi non provengano già preparati dal fornitore e delle barriere rigide e dell'assemblaggio in opera di questi).
- Prova del limite di rottura dei cavi funicolari, su spezzoni di ogni fune da impiegare.

I campioni potranno essere prelevati in contraddittorio con la DL; le prove dovranno essere eseguite presso un laboratorio ufficiale approvato.

5.2. RIVESTIMENTI DI PARETI E SCARPATE

Gli elementi componibili prefabbricate o le reti metalliche per i rivestimenti dovranno provenire da un fornitore qualificato ed approvato, il quale dovrà certificare la conformità dei suoi prodotti alle specifiche indicate alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato.

Alla D.L. dovranno essere con sufficiente anticipo i forniture.

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato, e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, prelevandola ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla stessa Direzione Lavori.

(Ogni partita composta di 200 elementi per tubazioni, pozzetti e cordonature di 500 elementi per canalette, mantellate, cunette e fossi).

Le operazioni di prelievo e di prova saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Qualora la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere. Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

5.2.1. Gabbioni e Materassi metallici

Prima della messa in opera di ogni partita di gabbioni o materassi metallici giunta in cantiere, l'impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato dal produttore, redatto a norma della Circolare del Ministero LL.PP. n. 2078 del 27/08/1962. La Direzione Lavori procederà al collaudo del materiale di ogni partita.

Preliminarmente effettuerà una ricognizione a vista dei gabbioni e/o dei materassi per controllare che nei punti di torsione della rete lo zinco non presenti sollevamento o screpolature.

Nel caso che tali anomalie fossero presenti in più del 10% delle verifiche, la partita sarà rifiutata e l'impresa dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese.

Procederà quindi al prelievo di campioni di filo, ciascuno della lunghezza di almeno 40 cm, in ragione di almeno un campione ogni 100 gabbioni o materassi ed un campione ogni lo matasse di filo per cuciture, per determinare la quantità di zinco presente, espressa in grammi per metro quadrato di superficie zincata, che dovrà risultare uguale o superiore ai valori riportati nella tabella che segue:

| DIAMETRO DEI FILI | QUANTITÀ DI ZINCO (PER m ² DI SUPERFICIE ZINCATA) |
|-------------------|---|
| 1,8 mm | 240 g |

| | |
|-----------------|-------|
| 2,0 mm | |
| 2,2 mm | |
| 2,4 mm | 260 g |
| 2,7 mm | |
| 3,0 mm | 270 g |
| 3,4 mm | |
| 3,8 mm ed oltre | 290 g |

Metà di ciascun campione verrà sottoposto a prova per verificare il peso unitario dello strato di zinco mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura.

sull'altra metà dovranno essere eseguite prove per verificare l'uniformità dello spessore dello strato di zincatura mediante cinque immersioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata, senza che compaiono sul ferro depositi di rame aderente.

Entrambe le prove dovranno essere effettuate, a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla stessa Direzione Lavori, nel rispetto della Norma UNI 4007/78.

Qualora il peso unitario dello strato di zinco risulti inferiore a quello indicato in tabella in più del 20% dei campioni e l'uniformità dello strato risulti carente in eguale misura, la partita sarà rifiutata e l'impresa dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese.

Del pari la partita sarà rifiutata in assenza od incompletezza del certificato di collaudo e garanzia che il produttore deve rilasciare per ogni partita.

Per quanto riguarda il pietrame, si che le caratteristiche del materiale da fornire, rispondano ai requisiti prescritti per questo materiale dal Capitolato di Costruzione, come di seguito dettagliato:

- non gelivo, alla prova eseguita secondo le Norme del R.D. 1 6/11/39 n. 2232.
- non friabile,
- non dilavabile,
- di buona durezza,
- di peso specifico rilevante (maggiore di 2000 Kg/m³ per i materassi)

Le prove sulle suddette caratteristiche saranno eseguite nel laboratorio di cava, o in altro laboratorio e i relativi certificati saranno vistati dalla DL. Le prove in corso di fornitura saranno eseguite su lotti quantitativamente definiti dalla DL, in funzione delle caratteristiche della cava e del materiale e delle dimensioni dei massi e delle opere da realizzare.

Durante l'esecuzione dei lavori saranno effettuate le seguenti verifiche:

a) Verifica dell'esistenza del certificato di analisi della pezzatura del pietrame.

Questa deve essere compresa tra 1÷1.5 volte la dimensione massima della maglia della rete impiegata, salvo quanto diversamente specificato nel progetto, e sarà specificata nell'ordine di fornitura alla cava.

Questa prova sarà eseguita in cava e ne dovrà essere redatto apposito certificato accompagnante ogni lotto di fornitura.

b) verifica che le modalità operative di riempimento del materiale consentano di ottenere un indice di porosità rientrante nei valori di riferimento: 0,3 ÷ 0,4 .

La prova sarà effettuata, prima dell'inizio dei lavori, utilizzando il laboratorio di cantiere, su un campione per ogni tipo di gabbione o materasso da utilizzare.

In corso d'opera saranno eseguiti controlli giornalieri sull'applicazione della procedura operative per la posa in opera dei materiali:

a) verifica a spot, sul lotto giornaliero di lavori, della conformità delle legature dei gabbioni e dei materassi a quanto prescritto dal presente Capitolato Speciale, sia sui singoli elementi che sugli accoppiamenti e sulle inserzioni di diaframmi di rinforzo.

b) verifica a spot, sul lotto giornaliero di lavori, dell'inserimento di tiranti tra le pareti opposte di ogni singolo elemento di gabbione, nel caso che questo non sia munito di diaframmi intermedi.

5.2.2. Opere in pietrame: controlli dei massi e loro posizionamento

Si dovranno effettuare prima della loro posa in opera, seguenti controlli:

a) classificazione mediante pesatura a spot, con la bascula disponibile in cantiere, e suddivisione dei massi in base alle categorie riportate al punto 2.2 del presente Capitolato.

Ogni mucchio dovrà riportare chiare indicazioni sulla classe dei massi in esso contenuti.

b) Verifica dell'assenza di rotture o lesioni, da effettuare a spot per i massi fino alla terza categoria e su ogni singolo, masso per le categorie superiori.

- c) Controllo che venga rispettato il posizionamento dei massi secondo le dimensioni, così come prescritto dal presente Capitolato e la ripartizione proporzionale delle varie categorie prescritta dal progetto.
- d) Provvedere all'eliminazione incondizionata di tutti i massi che, durante la posa, dovessero cadere fuori sagoma. L'attuazione dei controlli suddetti, dovrà essere effettuata almeno sul lavoro svolto giornalmente.

5.3 MURI DI SOSTEGNO

Le strutture di sostegno e contenimento in elementi prefabbricati dovranno essere realizzate secondo gli elaborati esecutivi di progetto, redatti nel rispetto delle norme emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 05/11/1971 no 1086 per quanto applicabili e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni 14/01/2008.

La Direzione Lavori, dopo che il Progettista avrà preso visione dei documenti di cui all'art. 9 della legge n° 1086 e avrà verificato la previsione di utilizzazione del manufatto prefabbricato e il suo organico inserimento nel progetto, autorizzerà l'impresa a porre in opera la struttura prefabbricata.

Nella realizzazione dei componenti in conglomerato cementizio vibrato semplice od armato, normale o precompresso, nonché per gli acciai di armatura dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato i geotessili dovranno rispondere alle caratteristiche di cui ai punti 2.4.7.4 e 2.4.6 della sezione "Movimenti di terra" del presente Capitolato.

Per tutte le strutture di sostegno e contenimento di cui al presente punto, gli oneri di brevetto nonché quelli relativi ai calcoli di progetto dei muri prefabbricati sono a carico dell'Impresa.

Quando previsto in progetto, i muri avranno paramento a faccia vista realizzato con lastre in pietra di Luserna o porfido, dello spessore non inferiore a 2 cm, disposte secondo le indicazioni di progetto ed inglobate nel getto.

Relativamente agli scavi di fondazione, l'impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a cura e spese dell'Impresa.

5.3.1 Muri di sostegno in pannelli di c.a.v.

Costituiti da pannelli in c.a.v. prefabbricati, disposti verticalmente o con scarpa fino al 10%, secondo le previsioni di progetto, irrigiditi nella parte interna da una costolatura estendentesi per l'intera altezza del pannello e da una platea di base in conglomerato cementizio armato, gettata in opera.

Muri di altezza superiore a 5,0 m dovranno avere le costolature collegate con la platea di base mediante tiranti prefabbricati in c.a.v.; la cerniera tra tirante e costolatura del pannello dovrà essere sigillata con malta reoplastica premiscelata a ritiro compensato.

I pannelli dovranno avere lo spessore ai bordi non inferiore a 10 cm e dovranno presentare la faccia in vista piana e ben rifinita, con gli spigoli arrotondati. Difetti di planarità, verificati con un regolo della lunghezza di 4 m, superiori a 5 mm comporteranno automaticamente il rifiuto del pannello che l'impresa dovrà allontanare dal cantiere a sua cura e spese.

Al piede dei pannelli dovrà essere realizzato un bordino di rifinitura in malta cementizia.

Nei giunti verticali fra i pannelli dovranno essere inseriti profilati in PVC di idonea sagomatura, atti a trattenere materiali di granulometria superiore a 0,5 mm ed aventi superfici dei fori e/o fessure non inferiore a 50 cm per metro quadrato di pannello per consentire un facile drenaggio delle acque presenti nel rilevato.

Il conglomerato cementizio dei pannelli e dei tiranti prefabbricati dovrà avere $R_{ck} \geq 35$ MPa; quello per la platea gettato in opera dovrà avere $R_{ck} \geq 30$ MPa; l'acciaio di armatura dovrà essere del tipo Fe E B450Ck controllato in stabilimento.

Particolari cautele dovranno essere adottate nel compattamento del rilevato a ridosso dei pannelli facendo eventualmente ricorso anche a pestelli pneumatici per non danneggiare le strutture.

Relativamente agli scavi, l'impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a sua cura e spese.

5.3.2 Muri di sostegno in pannelli di c.a.p.

Costituiti da pannelli in c.a.p. prefabbricati, posti in opera in posizione verticale entro fondazione in c.a.; per muri di altezza superiore a 3,00 m, i pannelli vengono ancorati al rilevato retrostante mediante geotessili tessuti in polipropilene rinforzato con cavetti in acciaio.

I pannelli dovranno essere monolitici a tutta altezza, di larghezza standard 2,40 m, con superficie in vista concava a profilo circolare e spessore variabile dai 26 cm ai bordi e 16 cm in mezzzeria, rifinita mediante getto su matrici in gomma.

I bordi laterali dei pannelli, finiti come da progetto, dovranno essere rinforzati con inserti metallici in acciaio zincato, sagomati in modo da costituire giunto a maschio e femmina che garantisca complanarità al paramento del muro. In corrispondenza di ciascun giunto dovrà essere creato un drenaggio verticale protetto da geodreno di dimensioni minime 10x1,5 cm, con scarico verso l'esterno al piede.

I geotessili di ancoraggio, che hanno una estremità annegata nel getto dei pannelli e sono posizionati nel numero ed alle quote previste in progetto, vengono stesi ed inglobati nei rilevati mano a mano che procede la loro formazione. Particolare cura dovrà essere posta nel costipamento del rilevato al di sopra dei geotessili di ancoraggio in modo da poter garantire un'adeguata efficacia degli stessi ancoraggi. Il conglomerato cementizio dei pannelli dovrà avere $R_{ck} \geq 45$ MPa; l'acciaio per l'armatura lenta dovrà essere del tipo B450C controllato in stabilimento; i trefoli di precompressione dovranno essere formati con fili aventi $f_p(1) \geq 1670$ MPa e $f_{ptk} \geq 1865$ MPa.

5.3.3. Muri di controripa in pannelli di c.a.v.

Costituiti da pannelli in c.a.v. prefabbricati, disposti verticalmente o con scarpa fino al 15%, secondo le previsioni di progetto, irrigiditi nella parte interna da una costolatura estendentesi per l'intera altezza del pannello e da una platea in conglomerato cementizio armato gettato in opera.

La platea gettata in opera, nel caso dei muri di controripa, è posta in posizione rialzata rispetto alla base dei pannelli per cui in questo tipo di muri, rispetto a quelli di sostegno, non vi sono tiranti di collegamento tra pannelli e platea. Per quanto riferentesi a caratteristiche dei pannelli, bordino al piede, giunti tra i pannelli, classe dei conglomerati cementizi, tipo dell'acciaio di armatura, cautele esecutive, si richiama integralmente il contenuto del precedente punto 5.3.2, ribadendo, in particolare, che eventuali eccedenze di scavo dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a cura e spese dell'Impresa.

5.3.4. Muri di sostegno in muratura

Per quanto riguarda le opere di sostegno in muratura di pietrame, si dovrà verificare che il materiale impiegato, soddisfi i requisiti riportati nella sezione "Murature" del presente Capitolato.

Durante la posa in opera si dovrà verificare che vengano soddisfatte le prescrizioni riportate al punto 3.4.4 del presente Capitolato.

5.3.5. Muri di sostegno in calcestruzzo

Per quanto riguarda i calcestruzzi e gli acciai di armatura valgono le prescrizioni riportate alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato.

5.3.6. Muri di sostegno in elementi prefabbricati (c.a.v. , c.a.p.)

Per l'accettazione ed i controlli di qualità di questi manufatti, era in particolare di quelli prodotti in serie, valgono le prescrizioni delle Norme Tecniche emanate in applicazione della Legge 05/11/1971 n. 1086 per quanto applicabili e non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni 14/01/2008, delle Istruzioni C.N.R. 10025/84 "Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati".

Ad ogni effetto si richiamano qui espressamente gli articoli 6 e 9 della Legge 5/11/1971 n. 1086 relativamente all'obbligo di allegare alla relazione del Direttore dei Lavori copia del certificato d'origine dei manufatti, alle responsabilità assunte dalle Ditte produttrici con il deposito della documentazione di cui ai punti a), b), c), d) del citato decreto nonché per quanto attinente a prelievi di materiali, prove e controlli in fase di produzione.

La Direzione Lavori potrà prescrivere prove sperimentali atte a prevedere il comportamento della struttura da realizzare con tali manufatti, avuto particolare riguardo alla durata nel tempo, alla efficienza dei collegamenti, agli effetti dei fenomeni di ritiro e viscosità e dei carichi alternati o ripetuti.

Sui manufatti saranno effettuati controlli, a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, sulla resistenza del calcestruzzo, prelevando da ogni lotto almeno un manufatto dal quale ricavare, mediante carotaggio o taglio con sega a disco, quattro provini da sottoporre a verifica della resistenza a compressione.

Qualora la resistenza media a compressione dei quattro provini risultasse inferiore a quella richiesta e comunque non al di sotto del 90% della stessa, alla partita sarà declassata del 10% del valore verrà applicata una penale con le medesime modalità previste dall'art.15; qualora risultasse inferiore al 90% della resistenza richiesta, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

In facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo, a cura dell'Impresa, anche altri manufatti oltre il primo, sui quali verificare anche:

- il rispetto del copriferro, previsto in un minimo di 2 cm;
- eventuali difetti superficiali e di finitura;
- la resistenza a compressione tramite prova pull out con tasselli Fischer.

5.3.7. Muri di sostegno terra rinforzata

Per quanto riguarda questa tipologia di opere, si richiede che i materiali impiegati e le loro modalità di posa in opera, soddisfino i requisiti indicati ai punti 2.4.6 e 2.4.7.4 della Sez. Movimenti di Terra del presente Capitolato.

ART. 17

-OPERE IN VERDE -

INDICE

- 1.0. OPERE IN VERDE
- 1.1. Fornitura e sistemazione di terreno vegetale nelle aiuole
- 1.2. Rivestimento delle scarpate
- 1.2.1. Preparazione del terreno
- 1.3. Concimazioni
- 1.4. Semine
- 1.4.1. Idrosemina
- 1.4.2. Semina di ginestra (*Cytisus scoparius* o *Spartium junceum*)
- 1.4.3. Rimboschimento con semenzali e impianto di talee
- 1.4.4. Alberi
- 1.4.5. Spostamento di piante
- 1.4.6. Protezione delle piante esistenti da conservare
- 1.4.6.1. Modalità di protezione
- 1.4.7. Estrazione dal vivaio e controllo delle Piante
- 1.4.8. Precauzioni da prendere fra l'estrazione e la messa a dimora
- 1.4.9. Epoca di messa a dimora
- 1.4.9.1. Preparazione delle piante prima della messa a dimora
- 1.4.9.2. Messa a dimora delle piante
- 1.4.9.3. Apertura di buche e fosse per la messa a dimora delle piante
- 1.5. Cure colturali
- 1.6. Pulizia del piano viabile

1.0 OPERE IN VERDE

Le scarpate in rilevato od in scavo ed in genere tutte le aree destinate a verde, dovranno essere rivestite con manto vegetale appena ultimata la loro sistemazione superficiale.

Eventuali erosioni, solcature, buche od altre imperfezioni dovranno essere riprese con terreno agrario, riprofilando le superfici secondo le pendenze di progetto; dovrà essere curata in modo particolare la conservazione ed eventualmente la sistemazione delle banchine dei rilevati.

Tutte le superfici dovranno presentarsi perfettamente regolari, eliminando anche eventuali tracce di pedonamento.

1.1. Fornitura e sistemazione di terreno vegetale nelle aiuole

Il terreno vegetale dovrà avere caratteristiche fisiche e chimiche atte a garantire un sicuro attecchimento e sviluppo di colture erbacee, arbustive od arboree.

Dovrà risultare di reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto, privo di pietre, ciottoli, detriti, radici, erbe infestanti.

Dovrà provenire da scotico di terreno a destinazione agraria, fino alla profondità massima di un metro.

Qualora il prelievo venga fatto da terreni non coltivati, la profondità di prelevamento dovrà essere contenuta allo strato esplorato dalle radici delle specie erbacee presenti ed in ogni caso non dovrà superare il mezzo metro.

L'Impresa prima di effettuare il prelevamento e la fornitura della terra, dovrà darne avviso alla Direzione Lavori, affinché possano venire prelevati, in contraddittorio, i campioni da inviare ad una stazione di chimica agraria riconosciuta, per le analisi di idoneità del materiale secondo i metodi ed i parametri normalizzati di analisi del suolo, pubblicati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo - S.I.S.S.

Il terreno dovrà essere posto in opera in strati uniformi, ben sminuzzato, spianato e configurato in superficie secondo le indicazioni di progetto.

1.2. Rivestimento delle scarpate

Rivestimento di scarpate in rilevato ed in scavo, dovrà essere eseguito mediante semina, rimboschimento o ricopertura con materiali idonei.

1.2.1. Preparazione del terreno

Dopo regolarizzazione ed eventuale riprofilatura, le scarpate in rilevato dovranno essere preparate per il rivestimento mediante una erpicatura poco profonda, eseguita con andamento climatico favorevole e con terreno in tempera (40-50 % della capacità totale per l'acqua). In questa fase l'impresa dovrà avere cura di portare a compimento tutte quelle opere di regolazione idraulica prevista in progetto, che rappresentano il presidio e la salvaguardia delle scarpate.

Sulle scarpate in scavo, oltre alla regolarizzazione delle superfici, dovranno eventualmente essere predisposte buche in caso di rimboschimento con semenzali o impianti di talee.

1.3. Concimazioni

L'Impresa, a sua cura e spese, dovrà effettuare le analisi chimiche dei terreni per poter definire la conciliazione di fondo, che di norma è costituita da concimi minerali somministrati nei seguenti quantitativi:

| | | | |
|---------------------|------------------|--------|-------|
| - concimi fosfatici | titolo medio 18% | : 0,80 | t/ha |
| - concimi azotati | titolo medio 16% | : 0,40 | t/ha; |
| - concimi potassici | titolo medio 40% | : 0,30 | t/ha. |

E' facoltà della Direzione Lavori, in relazione ai risultati delle analisi dei terreni ed inoltre per esigenze particolari, variare le proporzioni di cui sopra senza che l'Impresa possa chiedere alcun compenso.

Qualora il terreno risultasse particolarmente povero di sostanza organica, parte dei concimi minerali potrà essere sostituita da terricciati o da letame ben maturo, da spandersi in modo uniforme sul terreno, previa rastrellatura e miscelazione del letame con la terra.

Ogni eventuale sostituzione dovrà essere autorizzata dalla Direzione Lavori.

L'uso dei concimi fisiologicamente alcalini, o fisiologicamente acidi, sarà consentito in terreni a reazione anomala, e ciò in relazione al pH risultante dalle analisi chimiche.

Oltre alla conciliazione di fondo, l'impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi 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. I concimi usati per le concimazioni di fondo e di copertura, dovranno essere forniti nelle confezioni originali di fabbrica, risultare a titolo ben definito e, nel caso di concimi complessi, a rapporto azoto-fosforo-potassio precisato.

Da parte della Direzione Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le composizioni delle concimazioni di fondo, in rapporto al pH dei terreni.

Prima di effettuare le concimazioni di fondo, l'impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione Lavori affinché questa possa disporre eventuali controlli.

Lo spandimento dei concimi dovrà essere effettuato esclusivamente a mano, con impiego di personale pratico e capace, per assicurare uniformità nella distribuzione.

Per le, scavo eventualmente rivestite con semenzali o talee, la concimazione potrà essere localizzata.

1.4. Semine

Le superfici da rivestire mediante semina, secondo le previsioni di progetto, dovranno essere preparate come descritto al precedente punto; la concimazione come descritta al precedente punto, 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.

Si procederà quindi alla semina di un miscuglio di erbe da prato perenni con l'impiego di 200 kg di seme per ettaro di superficie.

Nella tabella che segue è riportata la composizione di cinque miscugli da impiegare a seconda delle caratteristiche dei terreni e delle particolari condizioni climatiche e/o ambientali.

| Specie | Tipo di Miscuglio | | | | |
|------------------------------|-----------------------|----|----|----|----|
| | A | B | C | D | E |
| | Kg di seme per ettaro | | | | |
| <i>Lolium Italicum</i> | - | 38 | 23 | 50 | - |
| <i>Lolium Perenne</i> | - | 38 | 23 | 50 | - |
| <i>Arrhenatherum Elatius</i> | 50 | - | - | - | 33 |
| <i>Dactylis Glomerata</i> | 5 | 42 | 23 | 20 | - |
| <i>Trisetum Plavescens</i> | 12 | 8 | 5 | - | - |
| <i>Festuca Pratensis</i> | - | - | 47 | 33 | - |
| <i>Festuca Rubra</i> | 17 | 12 | 15 | 10 | - |
| <i>Festuca Ovina</i> | - | - | - | - | 10 |
| <i>Festuca Heterophylla</i> | - | - | - | - | 15 |
| <i>Phleum Pratense</i> | - | 12 | 12 | 20 | - |
| <i>Alopecurus Fratensis</i> | - | 20 | 18 | 26 | - |
| <i>Cynosurus Cristatus</i> | - | - | - | - | 5 |
| <i>Poa Pratensis</i> | 5 | 38 | 30 | 7 | 3 |
| <i>Agrostis Alba</i> | - | 10 | 7 | 7 | - |
| <i>Antoxanthum odoratum</i> | - | - | - | - | 2 |

| | | | | | |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <i>Bromus Erectus</i> | - | - | - | - | 25 |
| <i>Bromus Inermis</i> | 66 | - | - | - | 20 |
| <i>Trifolium Pratense</i> | 13 | 8 | 10 | 7 | - |
| <i>Trifolium Repens</i> | - | 12 | 7 | - | - |
| <i>Trifolium Hibridum</i> | - | - | - | 10 | - |
| <i>Medicago Lupulina</i> | 5 | - | - | - | 10 |
| <i>Onobrychis Sativa</i> | - | - | - | - | 67 |
| <i>Antyllis Vulneraria</i> | 17 | - | - | - | 5 |
| <i>Lotus Corniculatus</i> | 10 | - | 3 | 10 | 5 |
| Sommano Kg | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |

Di seguito si riporta lo schema della compatibilità dei miscugli con i vari tipi di terreno:

| Tipo di Miscuglio | Caratteristiche dei Terreni |
|--------------------------|---|
| <i>Miscuglio A</i> | <i>Terreni di natura calcarea, piuttosto sciolti, anche con scheletro grossolano;</i> |
| <i>Miscuglio B</i> | <i>Terreni di medio impasto, tendenti al leggero, fertili;</i> |
| <i>Miscuglio C</i> | <i>Terreni di medio impasto, argillo-silicei, fertili;</i> |
| <i>Miscuglio D</i> | <i>Terreni pesanti, argillosi, piuttosto freschi</i> |
| <i>Miscuglio E</i> | <i>Terreni di medio impasto, in clima caldo e secco</i> |

L'Impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori la data della semina, affinché possano essere fatti i prelievi dei campioni di seme da sottoporre a prova e per il controllo delle lavorazioni.

L'Impresa è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme. La semina dovrà essere effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volumi e peso quasi uguali, mescolati fra loro e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.

Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento. La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano con erpice a sacco. Dopo la semina il terreno dovrà essere rullato e l'operazione dovrà essere ripetuta a germinazione avvenuta.

1.4.1. Idrosemina

Dopo che le superfici da rivestire saranno state preparate come descritto al precedente punto 1.2.1 del presente Capitolato, l'impresa procederà al rivestimento mediante idrosemina impiegando una speciale attrezzatura in grado di effettuare la proiezione a pressione di una miscela di seme, fertilizzante, collante ed acqua.

Tale attrezzatura, composta essenzialmente da un gruppo meccanico erogante, da un miscelatore-agitatore, da pompe, raccordi, manichette, lance, ecc., dovrà essere in grado di effettuare l'idrosemina in modo uniforme su tutte le superfici da rivestire, qualunque sia l'altezza delle scarpate.

I materiali da impiegare dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione della Direzione Lavori che disporrà le prove ed i controlli ritenuti opportuni.

I miscugli di seme da spandere, aventi le composizioni nei rapporti di cui alla tabella riportata nel precedente punto 1.4 a seconda dei tipi di terreni da rivestire, 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) 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.

Si effettuerà l'eventuale aggiunta di essenze forestali alle miscele di sementi, quando previsto in progetto.

Anche 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.

1.4.2. Semina di ginestra (*Cytisus scoparius* o *Spartium junceum*)

Sulle superfici preparate e concimate come ai precedenti punti del presente Capitolato l'Impresa procederà alla semina di ginestra eseguita in buche disposte a quinconce, equidistanti 20 cm su file a loro volta distanziate di 20 cm. Il quantitativo di seme da impiegare dovrà essere di 50 kg/ha.

Il seme stesso dovrà essere bagnato prima della semina per favorirne la germinazione; inoltre, se nella zona non vi sono altri ginestreti, dovrà essere mescolato con terriccio proveniente da vecchi ginestreti, in ragione di almeno 500 kg/ha di terriccio, per favorire il diffondersi del microrganismo che ha vita simbiotica con la ginestra e che pertanto è necessario al suo sviluppo.

1.4.3. Rimboschimento con semenzali e impianto di talee

Sulle superfici preparate e concimate, come già indicato nei precedenti punti del presente Capitolato, l'Impresa procederà all'impianto di semenzali o talee, secondo le previsioni di progetto, in ragione di cinque piantine per metro quadrato, disposte a quinconce su file parallele al ciglio strada.

L'Impresa è libera di effettuare l'impianto nel periodo che riterrà più opportuno tenuto conto naturalmente del tempo previsto per la ultimazione dei lavori, restando comunque a suo carico l'onere della sostituzione delle fallanze. L'impianto potrà essere fatto a mano od a macchina, comunque in modo tale da poter garantire l'attecchimento ed il successivo sviluppo regolare e rapido.

Prima della messa a dimora delle piantine a radice nuda, l'Impresa avrà cura di regolare l'apparato radicale, rinfrescando il taglio delle radici ed eliminando le ramificazioni che si presentassero appassite, perite o eccessivamente sviluppate, impiegando forbici a doppio taglio ben affilate.

Sarà inoltre cura dell'Impresa trattare l'apparato radicale con una miscela di terra argillosa e letame bovino, diluita in acqua. L'Impresa avrà cura di approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato in maniera da evitare fermentazioni e disseccamenti durante il trasporto.

Le piantine o talee dovranno presentarsi in stato di completa freschezza e con vitalità necessarie al buon attecchimento.

Negli impianti di talee, queste dovranno risultare del diametro minimo di 1,5 cm, di taglio fresco ed allo stato verde e tale da garantire il ripollonamento. Qualora i materiali non rispondessero alle caratteristiche di cui sopra la Direzione Lavori ne ordinerà l'allontanamento dal cantiere.

1.4.4. Alberi

Devono avere la parte aerea a portamento e forma regolare, simile agli esemplari cresciuti spontaneamente, a sviluppo robusto, non filato e che non dimostri una crescita troppo rapida per eccessiva densità di coltivazione in vivaio, in terreno troppo irrigato o concimato.

Gli alberi dovranno rispondere alle specifiche indicate nell'elenco dei prezzi per quanto riguarda le seguenti voci (da utilizzare tutte o in parte, conformemente alle caratteristiche proprie delle diverse specie):

- circonferenza del tronco, misurata ad un metro dal colletto;
- altezza totale;
- altezza di impalcatura, dal colletto al ramo più basso;
- diametro della chioma in corrispondenza delle prime ramificazioni per le conifere, a due terzi dell'altezza per tutti gli alberi, in corrispondenza alla proiezione della chioma per i cespugli;
- densità della chioma, numero medio di ramificazioni laterali su cm di tronco.

Le piante dovranno essere trapiantate un numero di volte sufficienti secondo le buone regole vivaistiche con l'ultima lavorazione alle radici, risalente a non più di tre anni secondo la seguente tabella.

| | | |
|----------------------|--|---|
| Foglia caduca | fino a circonf. cm 12-15 fino a circonf. cm 20-25 fino a circonf. cm 30-35 | almeno 1 trapianto almeno 2 trapianti almeno 3 trapianti |
| | fino ad alt. di m 2-2,5 | almeno 1 trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza |
| | fino ad alt. di m 2,5-4 | almeno 1 trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza |
| Sempre verdi | fino ad alt. di m 2,5-4 | almeno 2 trapianti e circonferenza proporzionata all'altezza |
| | fino ad alt. di m 5-6 | almeno 3 trapianti e circonferenza proporzionata all'altezza |

L'apparato radicale, che dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane, sarà racchiuso in contenitore (vaso, cassa, mastello) con relativa terra di coltura o in zolla rivestita (paglia, plan plast, juta, rete metallica, fitocella).

1.4.5. Spostamento di piante

Le piante da spostare, se non sono indicate nei documenti dell'appalto, andranno preventivamente marcate sul posto. Se non possono essere subito ripiantate, le piante dovranno essere collocate in depositi provvisoriamente allestiti per assicurare la loro protezione contro le avversità atmosferiche e in genere contro tutti i possibili agenti di deterioramento.

I lavori si riferiscono:

- alle piante definite attraverso gli elaborati progettuali;
- (in alternativa) alle piante segnalate sul posto secondo le modalità di seguito descritte:

ELENCO DELLE PIANTE DA SPOSTARE

| Esemplare | Genere | Specie | Varietà o cultivar | Forza | Osservazioni |
|-----------|--------|--------|--------------------|-------|--------------|
| | | | | | |

Prescrizioni per favorire la ripresa dei vegetali da spostare.

Qualora non sia prevista a carico dell'Impresa la garanzia di attecchimento, per le piante spostate andranno adottate le seguenti prescrizioni:

- modalità di estrazione (preparazione dell'apparato radicale, confezione in zolle, ecc.);
- condizioni di trasporto (eventuale obbligo di uso di particolari mezzi meccanici, ecc.);
- località e modalità di accantonamento;
- modalità per la messa a dimora (concimazioni, tutori, piantagioni, ecc.);
- modalità di manutenzione (frequenza e dose delle irrigazioni, utilizzazione di antitranspiranti, ecc.);

L'Impresa ha l'onere della manutenzione dei depositi e delle piante messe a deposito.

Quando lo spostamento delle piante presenta il rischio di una cattiva ripresa dopo il trasferimento, l'Impresa interrompe le operazioni di spostamento e ne informa il Direttore dei Lavori, affinché si possano prendere le misure di salvaguardia per i vegetali interessati.

Trascorse quarantotto ore dal recepimento dell'avviso di interruzione al direttore dei lavori, gli spostamenti possono essere ripresi.

1.4.6. Protezione delle piante esistenti da conservare

Nelle aree non interessate dai lavori di pulizia del terreno i vegetali da conservare sono protetti con i dispositivi predisposti a cura dell'Impresa prima dell'inizio di altri lavori.

Questi dispositivi consistono in recinzioni per le masse vegetali e in corsetti di protezione per le piante isolate. Salvo diverse motivate prescrizioni del capitolato speciale d'appalto, le recinzioni dovranno seguire la proiezione al suolo dei rami esterni, ed essere alte almeno 1,30 m. I corsetti dovranno essere pieni, distaccati dal tronco ed alti

almeno 2 m. Le piante da conservare sono indicate in specifica planimetria o dovranno essere marcate preventivamente sul posto.

Le protezioni dovranno essere mantenute in buono stato durante tutta la durata dei lavori.

I lavori si riferiscono (in alternativa):

- alle piante definite attraverso gli elaborati grafici;
- alle piante segnate sul posto secondo le modalità di seguito descritte:

ELENCO DELLE PIANTE DA SPOSTARE

| Esemplare | Genere | Specie | Varietà o cultivar | Forza | Osservazioni |
|-----------|--------|--------|--------------------|-------|--------------|
| | | | | | |

1.4.6.1. Modalità di protezione:

- generali
- modalità particolari riferite alle piante di seguito elencate:

| <i>Esemplare n.</i> | <i>Modalità particolari di protezione</i> |
|---------------------|---|
| | |
| | |

Modalità per la sostituzione dei vegetali che non sarà stato possibile proteggere in maniera efficace (dove le piante possiedono caratteristiche che non ne consentano la sostituzione sarà necessario indicare una penalità per la loro mancata protezione).

Tutte le misure utili debbono essere prese per preservare, conformemente alle norme in vigore, le sorgenti o le acque superficiali o sotterranee.

1.4.7. Estrazione dal vivaio e controllo delle Piante

- a) l'estrazione delle piante dal vivaio deve essere effettuata con tutte le precauzioni necessarie per non danneggiare le radici principali e secondo le tecniche appropriate per conservare l'apparato radicale capillare ed evitare di spaccare, scortecciare o danneggiare la pianta. L'estrazione non deve essere effettuata con vento che possa disseccare le piante o in tempo di gelata. L'estrazione si effettua a mano nuda o meccanicamente; le piante potranno essere fornite a radice nuda o collocate in contenitori o in zolle. Le zolle dovranno essere imballate opportunamente con involucro di juta, paglia, teli di plastica o altro;
- b) Prima della messa a dimora lo stato di salute e la conformazione delle piante devono essere verificate in cantiere e, le piante scartate, dovranno essere immediatamente allontanate;
- c) Per ciascuna fornitura di alberi, sia adulti che giovani, un'etichetta attaccata deve dare, attraverso una iscrizione chiara ed indelebile, tutte le indicazioni atte al riconoscimento delle piante (genere, specie, varietà e numero, nel caso la pianta faccia parte di un lotto di piante identiche);
- d) verifica della conformità dell'esemplare alla specie ed alla varietà della pianta si effettua, al più tardi, nel corso del primo periodo di vegetazione che segue la messa a dimora.

1.4.8. Precauzioni da prendere fra l'estrazione e la messa a dimora

Nell'intervallo compreso fra l'estrazione e la messa a dimora devono essere prese le precauzioni necessarie per la conservazione delle piante e per evitare traumi o disseccamenti nonché danni per il gelo.

1.4.9. Epoca di messa a dimora

La messa a dimora non deve essere eseguita in periodo di gelate né in periodi in cui la terra è imbibita d'acqua in conseguenza di pioggia o del disgelo.

Salvo diverse prescrizioni del Capitolato speciale d'appalto, la messa a dimora degli alberi si effettua tra metà ottobre e metà aprile.

La DL potrà indicare date più precise, secondo il clima, funzione della regione e/o dell'altitudine.

La messa a dimora delle piante a radice nuda s'effettua comunque in un periodo più ristretto, da metà novembre a metà marzo, mentre per le piante messe a dimora con zolla o per le conifere il periodo può essere esteso dall'inizio di ottobre a fine aprile o anche all'inizio di maggio.

Alcune tecniche di piantagione permettono di piantare in tutte le stagioni (contenitori, zolle imballate in teli di plastica saldati a caldo, ecc.).

Per le piante messe a dimora a stagione avanzata, dovranno comunque essere previste, cure particolari per assicurarne l'attecchimento.

1.4.9.1. Preparazione delle piante prima della messa a dimora

Prima della messa a dimora le eventuali lesioni del tronco dovranno essere curate nei modi più appropriati; le radici, se nude, dovranno essere ringiovanite recidendo le loro estremità e sopprimendo le parti traumatizzate o secche.

E' tuttavia bene conservare il massimo delle radici minori soprattutto se la messa a dimora é tardiva.

Se si dovesse rendere necessaria la potatura della parte aerea della pianta, questa dovrà essere eseguita in modo da garantire un equilibrio fra il volume delle radici e l'insieme dei rami.

1.4.9.2. Messa a dimora delle piante

- *Tutori*: i tutori sono conficcati nella buca di piantagione prima della messa a dimora delle piante. In rapporto alla pianta, il tutore é posto in direzione opposta rispetto al vento dominante. Il tutore deve affondare di almeno 30 cm oltre il fondo della buca;
- *collocazione delle piante e riempimento delle buche*: sul fondo della buca dovrà essere disposto uno strato di terra vegetale, con esclusione di ciottoli o materiali impropri per la vegetazione, sulla quale verrà sistemato l'apparato radicale. La pianta deve essere collocata in modo che il colletto si trovi al livello del fondo della conca di irrigazione. L'apparato radicale non deve essere né compresso, sarà spostato. La buca di piantagione é poi colmata di terra fine. La compattazione della terra deve essere eseguita con cura in modo da non danneggiare le radici, non squilibrare la pianta, che deve restare dritta e non lasciare sacche d'aria. Il migliore compattamento é ottenuto attraverso un'abbondante irrigazione, che favorisce inoltre la ripresa del vegetale;
- *legature e colletti*: legature e colletti circondano il tronco e sono disposti in modo che attraverso la loro azione il tutore serva d'appoggio alle piante. La legatura più alta é posta a circa 20 cm al di sotto delle prime ramificazioni, la più bassa ad 1 m dal suolo. In queste misure occorre tenere conto del compattamento successivo del suolo;
- *potature di formazione*: la potatura di formazione ove richiesta dal capitolato speciale d'appalto, si effettua conformemente alle prescrizioni di questo;
- *conche di irrigazione* : la terra va sistemata al piede della pianta in modo da formare intorno al colletto una piccola conca; l'impresa effettua una prima irrigazione che fa parte dell'operazione di piantagione e non va quindi computata nelle operazioni di manutenzione.

Salvo diverse prescrizioni della DL , le quantità approssimative d'acqua per l'irrigazione sono:

- 40/50 litri per albero;
- 15/20 litri per arbusti.

Prima dell'impianto l'Impresa ,dopo aver provveduto, ove necessario, alle opere idonee a garantire il regolare smaltimento delle acque onde evitare ristagni, dovrà eseguire una lavorazione agraria del terreno consistente in un'aratura a profondità variabile da 50 cm a 100 cm, a seconda della situazione, e nell'erpicoltura ripetuta fino al completo sminuzzamento o, su superfici di limitata estensione, in una vangatura, avendo cura in ogni caso di eliminare sassi, pietre o materiali che possano impedire la corretta esecuzione dei lavori.

In occasione delle lavorazioni di preparazione del terreno e prima della messa a dimora delle piante saranno effettuate, a cura e spese dell'Impresa, le analisi chimiche del terreno in base alle quali la D.L. indicherà la composizione e le proporzioni della concimazione di fondo da effettuarsi con la somministrazione di idonei concimi minerali e/o organici.

Oltre alla conciliazione di fondo l'Impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura.

Prima dell'inizio dei lavori d'impianto, la D.L. indicherà all'Impresa le varie specie arboree ed arbustive da impiegare nei singoli settori. Nella preparazione delle buche l'Impresa dovrà assicurarsi che non ci siano ristagni d'acqua nella zona di sviluppo delle radici, nel qual caso provvederà con idonee opere idrauliche (scoli, drenaggi).

Nel caso che il terreno scavato non sia adatto alla piantagione l'Impresa dovrà riempire le buche con terra vegetale idonea. Si dovrà comunque verificare che le piante non presentino radici allo scoperto o internate oltre il livello del colletto.

1.4.9.3. Apertura di buche e fosse per la messa a dimora delle piante

I lavori per l'apertura di buche e fosse per la futura messa a dimora delle piante sono effettuati dopo i movimenti di terra a carattere generale prima dell'eventuale apporto di terra vegetale.

Questi lavori riguardano:

- buche individuali per i soggetti isolati;
- buche e fosse per la messa a dimora di piante raggruppate.

Salvo diverse prescrizioni della DL, le dimensioni delle buche dovranno essere le seguenti:

- alberi adulti (con circonferenza del tronco di almeno 18÷20 cm) e conifere di almeno 3 m di altezza: 1 m x 1 m x 1m;
- giovani piante: 0,7 m x 0,7 m x 0,7 m
- arbusti: 0,50 m x 0,50 m x 0,50 m;
- siepi continue: 0,50 m x 0,50 m x 1 m di profondità;
- piantine forestali: 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m;
- piante da fioritura: 0,30 m x 0,30 m x 0,30 m.

I materiali impropri che appaiono nel corso delle lavorazioni sono eliminati attraverso la discarica.

Se necessario, le pareti ed il fondo delle buche o fosse sono opportunamente spicconati perché le radici possano penetrare in un ambiente sufficientemente morbido ed aerato. Salvo diverse prescrizioni della DL, buche e fosse potranno essere aperte manualmente o meccanicamente e non dovranno restare aperte per un periodo superiore ad otto giorni.

1.5. Manutenzione delle opere e periodo di garanzia

Sino a quando non sia intervenuto con esito favorevole il collaudo definitivo dei lavori e comunque per un periodo di 1 (uno) anno l'impresa dovrà effettuare a sua cura e spese la manutenzione degli impianti a verde curando in particolare:

a) l'eliminazione e sostituzione delle piante morte, che 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.

b) Rinnovo delle parti non perfettamente riuscite dei tappeti erbosi.

L'impresa dovrà riseminare o piantare ogni superficie a tappeto erboso che presenti una crescita irregolare o difettosa delle specie prative oppure sia stata giudicata per qualsiasi motivo insufficiente dalla Direzione Lavori.

c) Difesa della vegetazione infestante

Durante l'operazione di manutenzione, l'Impresa dovrà estirpare, salvo diversi accordi con la Direzione Lavori, le specie infestanti e reintegrare lo stato di pacciamme quando previsto dal progetto.

d) Sistemazione dei danni causati da erosione

L'impresa dovrà provvedere alla sistemazione dei danni causati da erosione per difetto di esecuzione degli interventi di sua specifica competenza.

e) Ripristino della verticalità delle piante

L'impresa è tenuta al ripristino della verticalità e degli ancoraggi delle piante qualora se ne riconosca la necessità.

f) Irrigazioni

L'impresa è tenuta ad irrigare tutte le piante messe a dimora ed i tappeti erbosi per il periodo di garanzia concordato.

Le irrigazioni dovranno essere ripetute e tempestive e variare in quantità e frequenza in relazione alla natura del terreno, alle caratteristiche specifiche delle piante, al clima e all'andamento stagionale: il programma di irrigazione (a breve e a lungo termine) e i metodi da usare dovranno essere determinati dall'Impresa e successivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Nel caso fosse stato predisposto un impianto di irrigazione automatico, l'Impresa dovrà controllare che questo funzioni regolarmente: l'impianto di irrigazione non esonera però l'Impresa dalle sue responsabilità in merito all'irrigazione, la quale pertanto dovrà essere attrezzata per effettuare, in caso di necessità, adeguati interventi manuali.

Se la stagione estiva è particolarmente asciutta, dovranno essere tempestivamente eseguite irrigazioni supplementari.

g) Ripristino conche e rinalzo

Le "conche" di irrigazione eseguite durante i lavori di impianto devono essere, se necessario, ripristinate.

A seconda dell'andamento stagionale, delle conche climatiche delle caratteristiche di specie, l'Impresa provvederà alla chiusura delle conche ed al rinalzo delle piante, oppure alla riapertura delle conche per l'innaffiamento.

h) lo sfalcio di tutte le superfici del corpo autostradale e sue pertinenze, seminate o rivestite da vegetazione spontanea, ogni qualvolta l'erba abbia raggiunto l'altezza media di 35 cm.

La Direzione Lavori potrà prescrivere all'Impresa di effettuare lo sfalcio in dette aree anche a tratti discontinui e senza che questo possa costituire motivo di richiesta di indennizzi particolari da parte dell'Impresa stessa.

L'erba sfalciata dovrà venire prontamente raccolta da parte dell'Impresa e trasportata fuori dalle pertinenze autostradali entro 24 h dallo sfalcio.

La raccolta e l'allontanamento dell'erba dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando la sua dispersione sul piano viabile, anche se questo non risulta ancora pavimentato e pertanto ogni automezzo dovrà avere il carico ben sistemato e munito di reti di protezione.

h) la sostituzione delle fallanze, le potature, scerbature, sarchiature, concimazioni in copertura, trattamenti antiparassitari, risemine, ecc. nel numero e con le modalità richieste per ottenere un regolare sviluppo degli impianti a verde e le scarpate rivestite dal manto vegetale.

Si intende compreso nelle cure colturali anche l'eventuale adattamento di soccorso delle piantine in fase di attecchimento e pertanto nessun compenso speciale, anche per provvista e trasporto di acqua, potrà per tale operazione essere richiesto dall'impresa, oltre a quanto già previsto.

1.6. Pulizia del piano viabile

Il piano viabile, al termine di ogni operazione d'impianto o manutentoria dovrà risultare assolutamente sgombro di rifiuti; la terra eventualmente presente dovrà essere asportata mediante spazzolatura e, ove occorra, con lavaggio a mezzo di abbondanti getti d'acqua.

Qualora risultasse sporcata la segnaletica orizzontale, questa dovrà essere pulita accuratamente a mezzo lavaggio.

ART. 18

-MURI IN TERRA RINFORZATA E RINVERDITA -

INDICE

- 1.0 GENERALITA'**
- 1.1 FASI DI REALIZZAZIONE**
- 1.2 NORMATIVA**
- 1.3 MATERIALI**

MURI IN TERRA RINFORZATA E RINVERDITA

1.0 GENERALITA'

Il paramento inclinato rinverdibile è composto da pannelli in rete elettrosaldata da mm 8 a maglia cm 15 x 15, posti in opera con un sistema di irrigidimento costituito da due barre sagomate del diametro di 10 ed 6 mm per realizzare l'inclinazione prevista. I pannelli sono rivestiti all'interno da una geostuoia biodegradabile in fibra naturale trapuntata, preconcimata e preseminata.

Al paramento con opportuni ganci sono collegate armature orizzontali formate da aste in acciaio ad aderenza migliorata di lunghezza predeterminata in funzione della qualità del materiale di rilevato e dell'altezza dello stesso.

Una volta montato il pannello di altezza 95 cm, viene steso uno strato di rilevato ed uno strato di terreno vegetale in prossimità del paramento. Dopo la prevista compattazione vengono infissi nella geostuoia ed appoggiati sul terreno vegetale arbusti radicati, di lunghezza pari a circa 40 cm, uno ogni metro circa. Ripetendo l'operazione di posa del rilevato e del terreno vegetale e l'infissione degli arbusti, sfalzati rispetto ai precedenti, si ottiene una densità di circa 5 arbusti di rinverdimento per metro quadro.

1.1 FASI DI REALIZZAZIONE

Dopo avere preparato un piano di posa della larghezza del muro da realizzare, le fasi di montaggio dei pannelli e degli altri elementi prefabbricati sono sinteticamente le seguenti:

1. Posa in opera di rete e doppio gancio inferiore
2. Posa in opera della geostuoia
3. Posa in opera del doppio gancio superiore
4. Aggancio degli attacchi e fissaggio delle armature con bulloni
5. Stesa del primo strato di rilevato e di terreno vegetale in prossimità della rete
6. Infissione di talee od arbusti radicati, uno ogni metro
7. posizionamento del geotessile
8. Stesa del secondo strato di rilevato e di terreno vegetale
9. Infissione di talee od arbusti radicati, uno ogni metro
10. Posizionamento del geotessile
11. Si ripetono le operazioni dal punto 1 sino alla quota di coronamento.

Durante la costruzione del muro sarà in alcuni potrà rendersi necessario prevedere la deviazione del traffico dalla carreggiata interessata.

1.2 NORMATIVA

- *D. M. 01 gennaio 2008*
Norme tecniche per le costruzioni
- *D.M. MINISTERO LL.PP. 11/3/1988*
Norme tecniche per terreni, pendii naturali e scarpate, opere di sostegno e fondazione
- *Circolare MINISTERO LL.PP. n°30483 del 24/9/1988*
Norme tecniche per terreni e fondazioni - Istruzioni applicative
- NFP94-220 giugno 1998 "*Ouvrages en sols rapportés renforcés par armatures ou nappes peu extensibles et souples*" (Opere in terra rinforzata con armature lineari o estese inestensibili e flessibili).

| COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI | | | CALCOLO AGLI STATI LIMITE | | | | CALCOLO ALLE T.A. | | |
|------------------------------------|--------------|------------------|--|-----------|--------------------|------|--------------------------------|--------------|--|
| | | | (ponderazioni e fatt. di sicurezza parziali) | | | | (fattori di sicurezza globali) | | |
| | | | SECONDO LA | | SECONDO LA | | SECONDO | SECONDO | |
| | | | T.A.I. | | NF P 94 220 | | LA T.A.I. | DM 11/3/88 | |
| | | | Livello di sicurezza | | Tipologia di opera | | | | |
| | ordinario | alto | corrente | sensibile | | | | | |
| STAB. ESTERNA | SCORRIMENTO | | | | | | | 1.30 | |
| | ATTRITO | SF _{gf} | 1.20 | 1.20 | 1.10 | 1.20 | 1.50 | N.P. | |
| | COESIONE | SF _{gc} | 1.20 | 1.20 | 1.50 | 1.65 | 1.50 | N.P. | |
| | RIBALTAMENTO | SF _r | 1.50 | 1.50 | - | - | 2.00 | 1.50 | |
| | PUNZONAMENTO | SF _c | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 2.00 | 2.00* | |
| STAB. INTERNA | ROTTURA | SF _t | 1.50 | 1.65 | 1.50 | 1.65 | σ _{adm} ** | N.P. | |
| | ADERENZA | SF _f | 1.35 | 1.50 | 1.20 | 1.30 | 1.50 | N.P. | |

| COEFFICIENTI DI PONDERAZIONE | | | CALCOLO AGLI STATI LIMITE | | | | | | CALCOLO ALLE T.A. | | |
|------------------------------|------------------|--|--|------|------|-------------|-------|-------|------------------------------|------|------|
| | | | (ponderazioni e fatt. di sicurezza parziali) | | | | | | (fatt. di sicurezza globali) | | |
| | | | SECONDO LA | | | SECONDO LA | | | SECONDO T.A.I. | | |
| | | | T.A.I. | | | NF P 94 220 | | | E DM 11/3/88 | | |
| | | | Condizioni di carico*** | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| γ ₁ | LF _{w1} | | 1.00 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 1.20 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| γ ₂ | LF _{w2} | | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.20 | 1.20 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Q ₁ | LF _{q1} | | - | 1.60 | - | - | 1.33 | - | - | 1.00 | - |
| Q ₂ | LF _{q2} | | 1.60 | 1.60 | - | 1.33 | 1.33 | - | 1.00 | 1.00 | - |
| Metodo | LF _s | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.125 | 1.125 | 1.125 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

*3.00 in taluni casi

**Tensione Ammissibile

***Vedi nota esplicativa del metodo di calcolo

Legenda: γ = Peso di volume del terreno
 W1= Peso proprio del massiccio
 Q1 = Sovraccarico sul massiccio

N.P.= Non Previsto
 W2= Peso proprio del ricoprimento
 Q2 = Sovraccarico a tergo del massiccio

1.3 MATERIALI

E' consentito l'impiego dei seguenti materiali:

- Calcestruzzo per cordolo di livellamento non armato: R_{ck} >15 N/mm²
- Acciaio per pannelli in r.e.s. per paramento rinverdibile: B450C.
- Acciaio per armature: tipo S355JO zincato a caldo (550 g/m²) (equivalente a ASTM tipo 50 e assimilabile a Fe 52, conforme alle Norme Europee EN 10025 - dicembre 1993)

Requisiti richiesti per il rilevato

Caratteristiche fisiche

Per il rilevato in terra rinforzata dovranno essere impiegate normalmente terre appartenenti ai gruppi A1-a, A1-b, A3, A2-4, A2-5 della classifica C.N.R.-U.N.I. 10006/1963. In ogni caso vanno rispettate le seguenti condizioni:

- Il terreno di riempimento sarà idoneo quando la percentuale passante al setaccio da 80 μ (0,08 mm.), secondo l'analisi granulometrica, è inferiore al 15%.
- I terreni con percentuale passante al vaglio da 80 μ superiore al 15%, potranno essere accettati se:
- b-1) la percentuale del campione esaminato per sedimentazione passante al vaglio di 15 μ (0,015 mm) è inferiore al 10 %;
- b-2) la percentuale sulle prove realizzate per sedimentazione rimane compresa tra il 10 % e il 20 % e l'angolo di attrito interno, misurato con prove di taglio su campioni saturi, è superiore a 25°.
- Il terreno di riempimento non dovrà contenere nessun elemento superiore a 250 mm.

Il rilevato può essere alleggerito con strati di misto granulare o sabbia e argilla espansa se e come indicato nei disegni costruttivi. L'inerte leggero avrà le seguenti caratteristiche: granulometria minore di 25 mm, P. di Volume umido compreso tra 7 e 8 KN/mc.

Resistività

Il valore di resistività del materiale saturato dopo un'ora di contatto terra-acqua alla temperatura di 20°C sarà superiore a 1.000 Ohm*cm per opere a secco e 3.000 Ohm*cm per opere inondabili.

Attività ioni idrogeno

Il valore di attività degli ioni (pH) misurato sull'acqua del campione di terra saturato sarà compreso tra 5 e 10.

Contenuto in sali solubili

Il contenuto di cloruri e solfati dovrà essere determinato soltanto per i materiali la cui resistività sia compresa tra 1.000 e 5.000 Ohm*cm e non dovrà eccedere i seguenti valori:

| | | | |
|-----------------|----------------------|-------------------|----------------------|
| Opere a secco | Opere in acqua dolce | Opere a secco | Opere in acqua dolce |
| (Cl-) 200 mg/kg | (Cl-) 100 mg/kg | (SO4=) 1000 mg/kg | (SO4=) 500 mg/kg |

Prove e controlli

Per la determinazione dell'idoneità del materiale da porre in opera in un rilevato in terra rinforzata si effettuerà un'analisi granulometrica, con relativa classificazione CNR-UNI 10006, la determinazione del valore della resistività e del pH per ogni campione della stessa provenienza. La frequenza delle prove e dei controlli è riportata nella tabella seguente.

| RILEVATI PER TERRE ARMATE - FREQUENZA DELLE PROVE (almeno 1 ogni mc...) | | |
|--|---------------|---------------|
| TIPO DI PROVA | PRIMI 5000 mc | SUCCESSIVI mc |
| Classif. CNR - UNI 10006 | 500 | 5000 |
| Resistività | 500 | 5000 |
| PH | 500 | 5000 |
| Contenuto in cloruri e solfati per valori di resistività tra 1000/5000 Ohm*cm | 500 | 5000 |
| Costip. AASHTO Mod. CNR | 500 | 5000 |
| Densità in sito CNR 22 | 250 | 1000 |
| Carico su piastra CNR 9 - 70317 | 1000 | 5000 |
| Controllo umidità | * | * |

* Frequenti e rapportate alle condizioni meteo locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali

ART. 19

-BARRIERE ANTIFONICHE -

INDICE

- 1.0 QUALITÀ E CERTIFICAZIONE DEI MATERIALI CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA SPECIFICHE DI MESSA IN OPERA**
- 1.1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI – PROVE DEI MATERIALI – CERTIFICAZIONI**
 - 1.1.1 Certificati di qualità*
 - 1.1.2 Prove dei materiali*
- 2.0 PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO E FORNITURE**
- 2.1 FASE DI ESECUZIONE: ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E MESSA IN OPERA**
 - 2.1.1 Accettazione*
 - 2.1.2 Messa in opera*
- 2.2 COLLAUDO TECNICO**
- 2.3 CONTROLLI DI QUALITÀ NELLE FASI DI MESSA IN OPERA**
- 3.0 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**
- 3.1 PANNELLI METALLICI**
 - 3.1.1 Caratteristiche delle parti metalliche*
 - 3.1.1.1 Caratteristiche specifiche dei pannelli in acciaio zincato e verniciato*
 - 3.1.1.2 Caratteristiche specifiche dei pannelli in alluminio verniciato*
 - 3.1.1.3 Caratteristiche specifiche dei pannelli in alluminio anodizzato*
 - 3.1.2 Caratteristiche geometriche della mascherina anteriore (lato fonoassorbente)*
 - 3.1.3 Caratteristiche del materiale fonoassorbente*
- 3.2 PANNELLI TRASPARENTI**
 - 3.2.1 Pannelli in policarbonato*
 - 3.2.2 Pannelli in polimetilmetacrilato (PMMA)*
 - 3.2.3 Pannelli in vetro*
- 3.3 PANNELLI IN CALCESTRUZZO**
 - 3.3.1 Pannelli in calcestruzzo armato normale o precompresso*
 - 3.3.2 Pannelli in calcestruzzo armato normale o precompresso e calcestruzzo di argilla espansa o pomice*
 - 3.3.3 Pannelli in calcestruzzo armato alleggerito con argilla espansa strutturale*
- 3.4 PANNELLI IN LEGNO**
- 3.5 PANNELLI IN LATERIZIO FORATO**
- 3.6 MONTANTI**
 - 3.6.1 Montanti metallici*
 - 3.6.2 Montanti in calcestruzzo armato*
 - 3.6.3 Montanti in legno*
- 3.7 PORTE DI ISPEZIONE E DI SICUREZZA**
- 3.8 ACCESSORI**
 - 3.8.1 Sigillanti e guarnizioni*
 - 3.8.2 Accessori metallici*
- 4. CARATTERISTICHE ACUSTICHE: BARRIERE FONOASSORBENTI E CONTEMPORANEAMENTE FONOISOLANTI**
- 4.1 SPECIFICHE DI ACCETTAZIONE**
 - 4.1.1 Prove di laboratorio in camera riverberante*

- 4.1.2 Prova di attenuazione in campo libero su barriera normalizzata (misura di “insertion loss”)
- 4.1.3 Prova di una barriera tipo secondo la norma AFNOR S 31-089
- 4.2 SPECIFICHE DI MESSA IN OPERA**
- 5.0 CARATTERISTICHE ACUSTICHE: BARRIERE FONOISOLANTI**
- 5.1 SPECIFICHE DI ACCETTAZIONE**
 - 5.1.1 *Prove di laboratorio in camera riverberante*
 - 5.1.2 Prova di attenuazione in campo libero su barriera normalizzata (misura di “insertion loss”) barriera.
- 5.2 SPECIFICHE DI MESSA IN OPERA**
- 6.0 BIOMURI: CARATTERISTICHE DEI MATERIALI ED ACUSTICHE**
- 6.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**
 - 6.1.1 *Caratteristiche degli elementi prefabbricati*
 - 6.1.2 *Caratteristiche degli elementi in legno trattato*
 - 6.1.3 *Caratteristiche del terreno di riempimento*
- 6.2 ESSENZE VEGETALI**
- 6.3 SPECIFICHE DI ACCETTAZIONE**
- 6.4 CARATTERISTICHE ACUSTICHE**
 - 6.4.1 *Prove di laboratorio in camera riverberante*
- 6.5 SPECIFICHE DI MESSA IN OPERA**
- 7.0 ELEMENTI ANTIDIFFRATTIVI: CARATTERISTICHE DEI MATERIALI ED ACUSTICHE**
- 7.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**
- 7.2 CARATTERISTICHE ACUSTICHE**
 - 7.2.1 *Metodologia di prova*
 - 7.2.2 *Modalità di esecuzione della prova*
- 8.0 ALTRI TIPI DI SCHERMI ACUSTICI**
- 8.1 RIMODELLAMENTI MORFOLOGICI**
 - 8.1.1 *Terrapieni a pendenza naturale*
- 8.2 BARRIERE VEGETALI (FASCE BOScate)**
- 9.0 ALTRI TIPI DI INTERVENTO**
- 9.1 INTERVENTI PER RIDURRE IL RUMORE EMESSO DAL TRAFFICO**
 - 9.1.1 *Pavimentazioni antirumore*
 - 9.1.2 *Giunti silenziosi*
- 9.2 RIVESTIMENTI FONOASSORBENTI IN GALLERIA**
- 9.3 INTERVENTI SPECIALI**
 - 9.3.1 *Schermi totali con grigliati acustici*
 - 9.3.2 *Provvedimenti eccezionali sui locali ricevitori*
- 10.0 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE E VINCOLI GEOMETRICI DI ESERCIZIO**
- 10.1 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE BARRIERE ARTIFICIALI**
 - 10.1.1 *Geometria delle barriere*
 - 10.1.2 *Particolarità costruttive delle barriere*

- 10.1.3 Barriere sui ponti e viadotti*
- 10.1.4 Barriere su rilevato e trincea*
- 10.1.5 Protezione elettrica*
- 10.1.6 Caratteristiche di resistenza al fuoco*

10.2 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI BIOMURI

- 10.2.1 Esecuzione e preparazione del piano di fondazione*
- 10.2.2 Posa in opera degli elementi modulari*
- 10.2.3 Stesa dei materiali di riempimento*

11.0 MANUTENZIONE

BARRIERE ANTIFONICHE -

1.0 QUALITA' E CERTIFICAZIONE DEI MATERIALI CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA 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.

1.1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI – 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.

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 21 del Capitolato Generale n. 1063/1962.

Per lavori il cui importo a base di appalto sia inferiore a 200.000 ECU (I.V.A. esclusa) il materiale da fornire dovrà essere prodotto in conformità delle Norme UNI EN ISO 9002/94 rilasciando la relativa dichiarazione di conformità ai sensi della norma EN 45014.

Per lavori il cui importo a base di appalto, uguali o superiori i 200.000 ECU (I.V.A. esclusa), oltre a quanto previsto dal precedente punto, i materiali dovranno essere approvvigionati da fornitori della Unione europea o di Paese terzi, che operano con sistema di qualità aziendale, rispondente alle norme internazionali UNI EN ISO 9000, con certificazione di qualità rilasciata da Enti certificatori accreditati ai sensi delle norme della serie EN 45000.

I materiali provverranno 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.

1.1.1 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.

1.1.2 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 in idoneo luogo, previa apposizione di sigillo e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

2.0 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.vo 24 luglio 1992, n. 358 e nel D.P.R. 18 aprile 1994, n. 573.

2.1 FASE 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:

- prove per certificare i materiali dal punto di vista fisico-chimico e meccanico
- prove per certificare i materiali dal punto di vista acustico, costituite da tre prove:
- prova di laboratorio in camera riverberante;
- prova su barriera campione in campo aperto ed in condizioni normalizzate;
- prova con metodo impulsivo.

2.1.2 Messa in opera

I controlli e le prove eseguite fase di messa in opera hanno invece 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..

3.0 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 METALLICI

I pannelli metallici sono costituiti da una struttura metallica scatolare forata, all'interno della quale è inserito materiale fonoassorbente, costituito da complessi porosi (fibre o schiume) che sfruttano i fenomeni di attrito e di risonanza.

3.1.1 Caratteristiche delle parti metalliche

Il pannello deve essere costruito in metallo protetto a tutti gli effetti contro la corrosione.

Il trattamento protettivo delle superfici deve essere eseguito sia all'interno che all'esterno del pannello e, in ogni caso, dopo le varie fasi di lavorazione della lamiera (tranciatura, punzonatura, piegatura, ecc.), a meno che il pannello non sia realizzato in lamiera di alluminio con trattamento protettivo secondo il sistema coil-coating. Il trattamento della superficie deve garantire una forte resistenza meccanica e realizzare una superficie esente da pori sia all'interno, sia all'esterno del pannello.

Il fornitore dovrà indicare il numero, lo spessore e la natura degli strati protettivi nonché allegare le schede tecniche relative al trattamento anticorrosivo ed ai prodotti vernicianti impiegati.

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.

3.1.1.1 Caratteristiche specifiche dei pannelli in acciaio zincato e verniciato

Lo spessore della lamiera di acciaio non rivestita deve essere di almeno 1,5 mm.

Le caratteristiche del rivestimento di zinco devono essere conformi alle norme UNI EN 10142/92, 10143/92, 10147/93. Il rivestimento di zinco deve essere conforme alla Euronorma 147, con granatura del tipo Z 275 come dalle sopracitate norme. Lo spessore totale della protezione anticorrosiva deve essere non inferiore a 80 µm.

Il trattamento di zincatura dovrà essere effettuato dopo tutte le lavorazioni meccaniche. Inoltre la protezione anticorrosiva del pannello deve corrispondere alle seguenti caratteristiche:

| Caratteristica e modalità di prova | Esigenza minima |
|---|--|
| Spessore della protezione anticorrosiva | I valori dichiarati |
| Aderenza secondo UNICHIM MU 630 | Sia a secco (dry adesion, a tempo zero), sia dopo immersione in acqua a 40° per 150 ore (wet adesion): grado I |
| Resistenza alla scalfittura secondo ISO 1518/92 (da eseguire solo sulla faccia esposta) | 60 N |
| Resistenza all'impronta secondo UNI 8358 | 70 |
| Resistenza agli urti secondo UNI 8901/86 | Per caduta di una massa sulla faccia esposta di 1 Kg da un'altezza di 30 cm la pellicola non deve presentare screpolature o distacchi di pellicola su entrambe le facce |
| Resistenza all'umidità secondo UNI 8744/86 | Dopo 1000 ore di esposizione: assenza di blistering e/o di perdita di aderenza; lungo l'incisione l'arrugginimento e la bollatura non devono penetrare per più di 2 mm |
| Resistenza alla corrosione da nebbia salina secondo UNI ISO 9227/93. | Dopo 500 ore di esposizione: l'arrugginimento e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm. Non è ammessa nessun'altra alterazione visibile o perdita di aderenza |

3.1.1.2 Caratteristiche specifiche dei pannelli in alluminio verniciato

La lamiera d'alluminio deve essere il lega Alluminio-Magnesio-Manganese (Al-Mg-Mn, lega AA 4015 o similari) secondo norma UNI 9003, avente una buona resistenza alla corrosione. Lo spessore della lamiera non rivestita deve essere almeno 1.2 mm.

Prima della verniciatura deve essere eseguito un trattamento della superficie idoneo a garantire un buon ancoraggio del film di vernice.

Tale pretrattamento deve essere costituito da sgrassaggio e risciacquo deionizzato, seguiti da cromatazione, fosfocromatazione oppure ossidazione anodica.

Per le facce esposte lo spessore del film di vernice deve essere almeno 40 µm, mentre per le facce non esposte si dovrà avere uno spessore minimo di 20 µm.

L'alluminio non deve essere stabilmente in contatto con rame o leghe di rame.
Il film di vernice deve inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

| Caratteristica e modalità di prova | Esigenza minima |
|---|--|
| Spessore della protezione anticorrosiva | I valori dichiarati |
| Aderenza secondo UNICHIM MU 630 | Sia a secco (dry adesion, a tempo zero), sia dopo immersione in acqua a 40°C per 150 ore (wet adesion): grado 0 |
| Resistenza alla scalfittura secondo ISO 1518/92 (da eseguire solo sulla faccia esposta) | 60 N |
| Resistenza all'impronta secondo UNI 8358 | 70 |
| Resistenza agli urti secondo UNI 8901/86 | Per caduta di una massa sulla faccia esposta di 1 Kg da un'altezza di 30 cm la pellicola non deve presentare screpolature o distacchi di pellicola su entrambe le facce. |
| Resistenza all'umidità secondo UNI 8744/86 | Dopo 1500 ore di esposizione: la corrosione e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm. Non è ammessa nessun'altra alterazione visibile o perdita di aderenza. |
| Resistenza alla corrosione da nebbia salino-acetica secondo UNI ISO 9227/93. | Dopo 1500 ore di esposizione: l'arrugginimento e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm. Non è ammessa nessun'altra alterazione visibile o perdita di aderenza. |

3.1.1.3 Caratteristiche specifiche dei pannelli in alluminio anodizzato

Lo spessore della lamiera di alluminio anodizzato deve essere di almeno 1,5 mm.

Le superfici anodizzate dovranno avere aspetto privo di venature, inclusioni, cavità, crateri porosi e di altri difetti e non manifestare variazioni di lucentezza e di colore.

Il trattamento elettrochimico deve essere eseguito sui pezzi solo dopo aver effettuato tutte le lavorazioni meccaniche (tagli, forature, fresature, ecc.). Lo strato anodico deve essere di spessore non inferiore a 15 µm e deve risultare ben fissato e continuo.

Il trattamento anodico deve inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

| Caratteristica e modalità di prova | Esigenza minima |
|---|---|
| Spessore della strato anodico secondo UNI 9178/88 | 15 µm su entrambe le facce. |
| Fissaggio secondo UNI 9178/88 | 1. Qualità del fissaggio = "buona" secondo la classificazione di cui al punto 9 della suddetta Norma. |
| Continuità degli strati anodici | Determinata con prova effettuata su cinque punti della superficie scelti a caso, con una goccia di reagente costituito da uguali volumi di acido cloridrico puro e da una soluzione al 6% in peso di bicromato di potassio, preparato al momento dell'impiego: dopo 8 minuti dal deposito del reagente sulla superficie anodizzate non dovrà manifestarsi alcuna colorazione verde. |

3.1.2 Caratteristiche geometriche della mascherina anteriore (lato fonoassorbente)

La lamiera forata rivolta verso la sorgente di rumore, qualora presenti aperture circolari, dovrà avere per singolo foro un'area inferiore a 78 mm² (raggio = 5 mm circa).

Qualora invece le aperture siano di forma rettangolare, il lato minore dovrà essere compreso tra 6 e 10 mm e il lato maggiore dovrà essere non superiore a 150 mm.

Si dovranno prendere in considerazione tutti gli accorgimenti idonei a garantire la durabilità del materiale fonoassorbente, ad es. prevedendo l'installazione del materiale fonoassorbente senza contatto diretto con la lamiera forata. Dovranno inoltre essere previste opportune forature per il drenaggio.

Il disegno del forato deve essere in ogni caso preventivamente approvato dal Committente.

3.1.3 Caratteristiche del materiale fonoassorbente

Il materiale fonoassorbente, inserito all'interno della struttura scatolata metallica 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 fonoassorbenza 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 6485/69. | La massa volumica apparente deve essere 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. |

3.2 PANNELLI TRASPARENTI

Qualora particolari esigenze architettoniche o paesaggistiche lo suggeriscano, è possibile impiegare pannelli in materiali trasparenti: polimetilmetacrilato, policarbonato o vetro.

Le lastre dovranno essere della qualità e delle dimensioni richieste, di un solo pezzo, di spessore uniforme e prive di difetti, con facce piane perfettamente parallele. Dovranno essere in grado di resistere agli agenti atmosferici, all'acqua e ai vari componenti chimici usati per eventuali operazioni di pulizia. I pannelli dovranno essere intelaiati sui quattro lati.

Nella progettazione di barriere acustiche con pannelli trasparenti bisogna prestare particolare attenzione al minimizzare le riflessioni di luce potenzialmente pericolose per i conducenti dei veicoli in transito.

La trasparenza dei pannelli inoltre costituisce un pericolo per gli uccelli, che deve essere ridotto inserendo opportune sagome di rapaci locali.

3.2.1 Pannelli in policarbonato

I pannelli in policarbonato dovranno avere spessore minimo di 8 mm ed essere protetti su entrambe le superfici dai raggi UV. Il fattore di trasmissione totale (diretta + diffusa) dopo prova di invecchiamento accelerato (secondo ASTM G 26/93) per 4000 ore (2000 ore per faccia) non dovrà scendere al di sotto del 95% del valore iniziale (la prova va condotta secondo ASTM D1003-92).

Lo strato di protezione dagli UV deve essere omogeneo col substrato (identico coefficiente di dilatazione termica lineare) onde evitare fenomeni di deformazione o microfessurazioni dovuti a sollecitazioni meccaniche o termiche.

Particolare cura dovrà essere posta nell'attacco pannello-montante, per poter assorbire le dilatazioni termiche del materiale che raggiungono il valore di 1 cm/m.

La guarnizione, compatibile con il policarbonato, deve essere in EPDM della durezza di 70 shores e realizzata con profilo ad U che consenta sia di ammortizzare le sollecitazioni ed evitare la fuoriuscita dalla sede, sia di evitare la deformazione della lastra stessa. Per il fissaggio dei profili di contenimento della lastra potranno essere impiegati distanziali, in modo che la lastra conservi la sua planarità, evitando antiestetische deformazioni dovute ad un cattivo fissaggio. La dimensione dell'incastro dovrà tenere conto delle dilatazioni termiche e delle deformazioni ai carichi del vento.

I pannelli in policarbonato dovranno rispondere inoltre alle caratteristiche tecniche sotto riportate:

| Caratteristiche | Metodo prova ASTM | Esigenza minima |
|-----------------|-------------------|-----------------|
|-----------------|-------------------|-----------------|

| | | |
|---|---------------------|--------------|
| Densità minima | D792 | 1,1 g·cm-3 |
| Resistenza a flessione | D790 | 100 MN·m-2 |
| Resistenza a trazione minima | D638 | 65 MN·m-2 |
| Resistenza minima all'urto Charpy con intaglio | D256 | 1,5 kJ·m-2 |
| Temperatura di rammollimento VICAT minima | D1525 | 110°C |
| Coefficiente max di dilatazione termica lineare | D696 | 80·10-6 °C-1 |
| Trasmissione della luce minima per lastre non colorate | D1003 Illuminante A | 90% |
| Indice d'ingiallimento massimo dopo 1000 ore con lampada solare | D1925 | 2% |

Le prove si riferiscono a lastre incolore dello spessore di 3 mm.

3.2.2 Pannelli in polimetilmetacrilato (PMMA)

I pannelli in polimetilmetacrilato devono essere di tipo colato o estruso con spessore minimo di 15 mm. Essi devono essere conformi, per quanto riguarda inclusioni e tolleranze di spessore, alla norma DIN 16957 e realizzati partendo da metacrilato puro; l'impiego di materiale rigenerato per la costruzione delle lastre non è ammesso.

La guarnizione, compatibile con il metacrilato, deve essere in EPDM della durezza di 70 shores e realizzata con profilo ad U che consenta sia di ammortizzare le sollecitazioni ed evitare la fuoriuscita dalla sede, sia di evitare la deformazione della lastra stessa. Per il fissaggio dei profili di contenimento della lastra potranno essere impiegati distanziali, in modo che la lastra conservi la sua planarità, evitando antiestetiche deformazioni dovute ad un cattivo fissaggio. La dimensione dell'incastro dovrà tenere conto delle dilatazioni termiche e delle deformazioni ai carichi del vento.

I pannelli in PMMA dovranno inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche tecniche:

| Caratteristiche | Metodo prova ASTM | Esigenza minima |
|---|-------------------|-----------------|
| Densità minima | D792 | 1,1 g·cm-3 |
| Resistenza a flessione | D790 | 80 MN·m-2 |
| Resistenza a trazione minima | D638 | 57 MN·m-2 |
| Resistenza minima all'urto Charpy con intaglio | D256 | 70 kJ·m-2 |
| Temperatura di rammollimento VICAT minima | D1525 | 140°C |
| Coefficiente max di dilatazione termica lineare | D696 | 80·10-6 °C-1 |
| Trasmissione della luce minima per lastre non colorate | D1003 Illum. A | 85% |
| Indice d'ingiallimento massimo dopo 1000 ore con lampada solare | D1925 | 6% |

Le prove si riferiscono a lastre incolore dello spessore di 3 mm.

In quest'ambito si inseriscono i pannelli previsti in corrispondenza dei sovrappassi esistenti nell'ambito del lotto e per i quali si riportano nel seguito le relative specifiche tecniche:

A) Barriera antirumore costituita da pannelli modulari fonoisolanti-fonoassorbenti e lastre trasparenti fonoisolanti inseriti in una struttura portante costituita da montanti a profilo standard HEA 160 dotati di piastre di ancoraggio alle fondazioni.

a.1 - Struttura portante.

Costituita da montanti tipo HEA 160 in acciaio FE360 B (UNI 10025) zincato (UNI 5744) e verniciato a polvere di poliestere spessore 50 micron. I montanti sono installati ad interasse di 3 metri.

a.2 - Pannello fonoisolante – fonoassorbente

Pannelli modulari costituiti da due gusci di alluminio (uno dei quali forato per assicurare le proprietà fonoassorbenti) a formare un involucro riempito con un materassino di lana minerale.

Dimensioni del modulo base: L=2950 mm, H= 500 mm, s =122 mm; lo spessore del pannello ne consente l'inserimento nel montante a profilo HEA160.

Particolari:

elemento anteriore (lato fonoassorbente rivolto alla fonte di rumore), in lamiera di alluminio bucciardata, lega AL-MG-MN, spessore 1.2 mm, opportunamente sagomata e forata con fori diametro 5 mm e passo 10 mm (percentuale di foratura pari a 32%)

elemento posteriore, rivolto al ricettore del rumore, in lamiera di alluminio bucciardata, lega AL-MG-MN, spessore 1.2 mm, opportunamente sagomata, non forata.

verniciatura a polvere poliestere, (spessore del film 50/60 µm).

elementi di chiusura laterale di sezione a "U" in lamiera di alluminio

materiale fonoassorbente in pannelli di lana minerale di dimensioni 2950 (variabile) x 500 x 40 mm, di densità 100 kg/m³, inseriti all'interno del pannello in alluminio in apposito alloggiamento.

guarnizioni tubolari in gomma fissate alle estremità laterali esterne del pannello; consentono di evitare il contatto diretto tra montante in acciaio e pannello in alluminio garantendo l'ermeticità della barriera acustica

Prestazioni acustiche del pannello:

resistenza meccanica conforme a norma tecnica ZTV Lsw 88

potere fonoisolante in laboratorio $R_w = 30$ dB (ISO140 - ISO717) - DLR = 24 dB (EN 1793.2)

potere fonoassorbente $DL\alpha = 13$ dB (EN 1793.1); coefficienti di fonoassorbimento in laboratorio (ISO 354):

| Freq Hz | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 | 4000 | 5000 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Alpha | 0.55 | 0.59 | 0.76 | 0.88 | 0.88 | 0.90 | 0.96 | 1.01 | 1.02 | 1.0 | 0.96 | 0.98 | 0.98 | 0.95 | 0.90 | 0.87 | 0.84 | 0.78 |

a.3 - Pannello trasparente fonoisolante in polimetilmetacrilato

Costituito da lastre trasparenti in polimetilmetacrilato ottenute per estrusione. Le caratteristiche acustiche e meccaniche di seguito riportate sono garantite da lastre di spessore 15 mm. Dimensioni massime della lastra: 2 x 3 metri. E' previsto un telaio costituito da un profilo ad U in acciaio zincato e verniciato installato sulla parte superiore e inferiore della lastra ed avente la funzione di irrigidimento e finitura. La lastra è dotata di idonee guarnizioni in EPDM compatibile con il pmma; tali guarnizioni hanno sezione ad U e geometria interna del profilo ad alette in modo da consentire la dilatazione ed il ritiro della lastra garantendone la tenuta.

Caratteristiche della lastra in pmma:

| | | |
|---|-------------------------|---------------|
| densità | 1.19 kg/dm ³ | (DIN 53479) |
| modulo elastico | 3300 N/mm ² | (DIN 53457) |
| resistenza a flessione | 100 N/mm ² | (DIN 53452) |
| resistenza a trazione a 23°C | 70 N/mm ² | (DIN 53455) |
| temperatura di rammollimento Vicat | 95°C | (DIN 53460) |
| coefficiente di dilatazione termica lineare | 0.07mm/ml °C | (DIN 53572-A) |
| trasmissione luminosa lastra trasparente | 92% | (DIN 5036) |

Prestazioni acustiche della lastra:

potere fonoisolante $R_w \geq 30$ dB (ISO 140 / ISO7171)

B) Barriera antirumore costituita da montanti in acciaio zincato e verniciato a profilo HEA 120 calandrato, ancorati a cordolo con idonee piastre e tirafondi; i montanti sono posizionati ad interasse di 2 metri e sostengono lastre in polimetilmetacrilato colorato di idoneo spessore.

b.1 - Struttura portante.

Costituita da montanti tipo HEA 120 in acciaio FE360 B (UNI 10025) zincato (UNI 5744) e verniciato (spessore verniciatura 50 micron). I montanti sono calandrati con raggio di curvatura non inferiore a 6000 mm ed installati ad interasse di 2 metri. Sono ancorati al cordolo con piastra e tirafondi predisposti.

b.2- Lastre in polimetilmetacrilato trasparente curve

Costituito da lastre trasparenti colorate in polimetilmetacrilato ottenute per estrusione. Le caratteristiche acustiche e meccaniche di seguito riportate sono garantite da lastre di spessore 15 mm. Dimensioni massime della lastra: 2 x 3 metri. E' previsto un idoneo telaio in acciaio zincato e verniciato. La lastra è dotata di idonee guarnizioni in EPDM compatibile con il pmma; tali guarnizioni hanno sezione ad U e geometria interna del profilo ad alette in modo da consentire la dilatazione ed il ritiro della lastra garantendone la tenuta.

Caratteristiche della lastra in pmma:

| | | |
|---|-------------------------|---------------|
| densità | 1.19 kg/dm ³ | (DIN 53479) |
| modulo elastico | 3300 N/mm ² | (DIN 53457) |
| resistenza a flessione | 100 N/mm ² | (DIN 53452) |
| resistenza a trazione a 23°C | 70 N/mm ² | (DIN 53455) |
| temperatura di rammollimento Vicat | 95°C | (DIN 53460) |
| coefficiente di dilatazione termica lineare | 0.07mm/ml °C | (DIN 53572-A) |
| trasmissione luminosa lastra trasparente | 92% | (DIN 5036) |

Prestazioni acustiche della lastra:

potere fonoisolante $R_w \geq 29$ dB (ISO 140 / ISO7171)

3.2.3 Pannelli in vetro

I pannelli devono essere realizzati con vetri di sicurezza stratificati, temperati, martellati o armati, con spessore minimo di 16 mm.

Una particolare cura dovrà essere posta nella realizzazione delle guarnizioni tra pannello e pannello e tra pannello e montante. La guarnizione tra pannello e montante dovrà essere in neoprene estruso di durezza 20 ÷ 30 shores, mentre la guarnizione alla base della barriera, fra pannello e piano di posa, dovrà essere in neoprene estruso di durezza 50 ÷ 60 shores.

Le lastre dovranno rispondere a quanto prescritto dalle seguenti norme:
 norma UNI 7172 in generale, capitolo 6.3 in particolare per le prove di resistenza;
 norma UNI 9186 antivandalismo, capitoli 3.1 e 6.1;
 norma UNI 9187 antiproiettile classe A 500 J capitoli 3.1 e 3.2.A;
 durezza uguale o superiore al grado 6,5 della scala di Mohs.

Il vetro dovrà inoltre presentare alta resistenza all'abrasione e consentire un agevole rimozione di eventuali scritte vandaliche.

3.3 PANNELLI IN CALCESTRUZZO

3.3.1 Pannelli in calcestruzzo armato normale o precompresso

Gli elementi che costituiscono la barriera dovranno essere realizzati in calcestruzzo armato che risponda ai seguenti requisiti:

| Caratteristica | Esigenza |
|------------------------------|--|
| Classe R_{ck} | $> 40 \text{ N/mm}^2$ |
| Rapporto acqua/cemento | $< 0,45$ |
| Slump | $< 0,1\%$ |
| Tipo di cemento | Pozzolánico o altoforno |
| Spessore pannello | $\geq 8 \text{ cm}$ |
| Barre di armatura | Acciaio Fe B 44K controllato |
| Coefficiente di permeabilità | Con prova a carico costante alla pressione di 1400 kPa su provini di 100 mm di diametro oppure, preliminarmente ai getti, su provini cubici aventi lo spigolo di 150 mm, dovrà essere inferiore o uguale a $10^{-10} \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ |

Su richiesta del Committente le superfici di calcestruzzo potranno essere protette con opportuni impregnanti, in modo da garantire l'idrofobizzazione del supporto trattato, con caratteristiche di trasparenza, traspirazione, resistenza alle intemperie, agli UV, alle muffe, ai cloruri, agli alcali ed agli agenti aggressivi presenti nelle acque meteoriche e nell'atmosfera

La protezione della superficie deve impedire l'infiltrazione delle acque meteoriche, limitando così i rischi del gelo ed impedendo la naturale formazione di vegetazione, nonché la proliferazione di microrganismi all'interno del materiale. Tale trattamento non deve produrre effetti apprezzabili sul coefficiente di assorbimento acustico.

Il trattamento potrà essere costituito da una soluzione composta da acqua e silicone spruzzata sulla superficie, oppure da una soluzione a base di silani (in quantitativi dipendenti dalla porosità del supporto), applicata in stabilimento sulle superfici pulite e asciutte tramite irroratori a bassa pressione.

3.3.2 Pannelli in calcestruzzo armato normale o precompresso e calcestruzzo di argilla espansa o pomice

Questa tipologia è costituita da pannelli a due o più strati nei quali la funzione portante è assicurata dallo strato in calcestruzzo armato, che deve avere le caratteristiche riportate al punto 3.3.1 e spessore minimo 8 cm, mentre lo strato in calcestruzzo di argilla espansa o pomice, rivolto verso la sorgente di rumore, deve essere tale da realizzare le caratteristiche di fonoassorbimento richieste.

Per le caratteristiche di tali pannelli e degli inerti si dovrà fare riferimento rispettivamente alle normative UNI 7548 (parti I e II) e UNI 7549 (parti da 1 a 12, esclusa la parte 11).

In particolare lo strato in calcestruzzo di argilla espansa o pomice dovrà avere le seguenti caratteristiche:

| Caratteristica | Esigenza |
|---|---|
| Composizione inerti (secondo UNI 7549) | 100% argilla espansa o pomice con granulometria: passante al crivello 12 mm 100% 10 mm 90-100% 5 mm 5-35% 3 mm 0-10% 2 mm 0-5% |
| Massa volumica in mucchio degli inerti (secondo UNI 7549) | Preferibilmente compresa tra 350 e 600 kg/m ³ e comunque mai superiore a 1100 kg/m ³ |
| Tipo di cemento | Pozzolatico o altoforno, dosato non oltre i 250 kg per m ³ di inerti per non intasare i pori con perdita di efficacia antirumore. |
| Resistenza alla compressione | In media 10 N/mm ² , da misurarsi su cubetti stagionati con spigolo di 100 mm |
| Spessore strato in cls alleggerito | Può essere costante o variabile ma comunque mai inferiore ai 4 cm |
| Barre di armatura | Acciaio Fe B 44K controllato e fili per la precompressione come al D.M. 27.7.85 e successive aggiunte o modifiche. |

I pannelli dovranno avere apposita protezione della struttura cellulare in argilla espansa o pomice esposta agli agenti atmosferici mediante trattamento, per intrusione, con idoneo prodotto ad elevato potere idrorepellente, traspirante, trasparente, con ottimo ancoraggio al materiale trattato, resistente alle intemperie, agli UV, alle muffe, agli alcali, agli agenti aggressivi presenti nelle acque meteoriche e nell'atmosfera. Tale prodotto deve assicurare un'elevata durata delle proprie caratteristiche (almeno 10 anni), deve consentire l'eventuale applicazione di vernice sulla faccia esposta del pannello ed inoltre in caso di incendio deve garantire l'assenza di esalazioni tossiche o fumi opachi.

La protezione della superficie deve impedire l'infiltrazione delle acque meteoriche, limitando così i rischi del gelo ed impedendo la naturale formazione di vegetazione, nonché la proliferazione di microrganismi all'interno del materiale. Tale trattamento non deve produrre effetti apprezzabili sul coefficiente di assorbimento acustico.

Il trattamento potrà essere costituito da una soluzione composta da acqua e silicone spruzzata sulla superficie, oppure da una soluzione a base di silani (in quantitativi dipendenti dalla porosità del supporto), applicata in stabilimento sulle superfici pulite e asciutte tramite irroratori a bassa pressione.

Eventuali sistemi di protezione diversi da quello sopra descritto potranno essere autorizzati dal Committente previa presentazione di appositi certificati che ne caratterizzino l'efficacia.

3.3.3 Pannelli in calcestruzzo armato alleggerito con argilla espansa strutturale

Il pannello, di spessore non inferiore ai 20 cm, è costituito da un impasto omogeneo di calcestruzzo con argilla espansa che assolve contemporaneamente alle funzioni portante e di abbattimento del rumore.

Per le caratteristiche di tali pannelli e degli inerti si dovrà fare riferimento rispettivamente alle normative UNI 7548/92 (parti I e II) e UNI 7549/76 (parti da 1 a 12, esclusa la parte 11).

| Caratteristica | Esigenza |
|---|--|
| Composizione inerti (secondo UNI 7549) | 100% argilla espansa o pomice con granulometria: passante al crivello 12 mm 100% 10 mm 90-100% 5 mm 5-35% 3 mm 0-10% 2 mm 0-5% |
| Massa volumica in mucchio degli inerti (secondo UNI 7549) | Preferibilmente compresa tra 350 e 800 kg/m ³ e comunque mai superiore a 1200 kg/m ³ |
| Tipo di cemento | Pozzolatico o altoforno, dosato a 350 – 400 kg per m ³ di inerti e non oltre, per non intasare i pori, con conseguente perdita di efficacia antirumore. |
| Resistenza alla compressione | $R_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$ |
| Massa volumica pannello | $\geq 1400 \text{ kg/m}^3$ |
| Spessore pannello | Non inferiore ai 20 cm |
| Barre di armatura | Acciaio Fe B 44K controllato e fili per la precompressione come al D.M. 27.7.85 e successive aggiunte o modifiche. |

I pannelli dovranno avere apposita delle parti esposte agli agenti atmosferici mediante trattamento, per intrusione, con idoneo prodotto ad elevato potere idrorepellente, traspirante, trasparente, con ottimo ancoraggio al materiale trattato, resistente alle intemperie, agli UV, alle muffe, agli alcali, agli agenti aggressivi presenti nelle acque meteoriche e nell'atmosfera.

Tale prodotto deve assicurare un'elevata durata delle proprie caratteristiche (almeno 10 anni), deve consentire l'eventuale applicazione di vernice sulla faccia esposta del pannello ed inoltre in caso di incendio deve garantire l'assenza di esalazioni tossiche o fumi opachi.

La protezione della superficie deve impedire l'infiltrazione delle acque meteoriche, limitando così i rischi del gelo ed impedendo la naturale formazione di vegetazione, nonché la proliferazione di microrganismi all'interno del materiale. Tale trattamento non deve produrre effetti apprezzabili sul coefficiente di assorbimento acustico.

Il trattamento potrà essere costituito da una soluzione composta da acqua e silicone spruzzata sulla superficie, oppure da una soluzione a base di silani (in quantitativi dipendenti dalla porosità del supporto), applicata in stabilimento sulle superfici pulite e asciutte tramite irroratori a bassa pressione.

Eventuali sistemi di protezione diversi da quello sopra descritto potranno essere autorizzati dal Committente previa presentazione di appositi certificati che ne caratterizzino l'efficacia.

3.4 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.

Per le caratteristiche del materiale fonoassorbente si rimanda a quanto detto nel caso dei pannelli metallici al paragrafo 3.1.

3.5 PANNELLI IN LATERIZIO FORATO

Le barriere formate da pannelli in laterizio forato sono schermi fonoassorbenti che sfruttano la proprietà di attenuazione del rumore di una cavità per risonanza.

La massa d'aria contenuta all'interno della cavità, sotto l'effetto delle onde sonore incidenti, si pone in vibrazione ed attraverso lo smorzamento dovuto ai molteplici urti sulle pareti ne trasforma l'energia in calore.

L'assorbimento per risonanza, essendo legato alle dimensioni del foro di ingresso e della cavità, funziona per una specifica frequenza: per coprire la gamma di frequenze richieste si realizzano blocchi in laterizio con serie di fori comunicanti con l'esterno con diverse dimensioni delle cavità interne.

Questo sistema, pur non comprendendo tutto il campo di frequenze assorbite dai pannelli tradizionali con fibre minerali (con gli elementi in laterizio normalmente si coprono le frequenze fra 100 e 1000 Hz), ha però il vantaggio di un costo contenuto per altezze non eccessive.

La struttura portante di queste schermature è generalmente costituita da pilastri in cemento armato, con cordolo inferiore ed eventuale trave di collegamento superiore sempre in cemento armato.

Varianti di questo tipo di barriera si possono ottenere con blocchi di calcestruzzo dotati delle stesse cavità risonanti.

3.6 MONTANTI

3.6.1 *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'ideale 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.

3.6.2 *Montanti in calcestruzzo armato*

I montanti in calcestruzzo armato normalmente sono elementi prefabbricati; essi devono essere realizzati con calcestruzzo rispondente agli stessi requisiti prescritti al paragrafo 3.3.1 per i pannelli in calcestruzzo armato.

I montanti avranno predisposti al proprio interno gli eventuali dispositivi per l'ancoraggio delle pannellature prefabbricate.

3.6.3 *Montanti in legno*

I montanti in legno devono essere realizzati in legno secondo le specifiche prescritte per i pannelli in legno, seguendo gli stessi trattamenti specificati nel paragrafo 3.4. Per la parte infissa dovranno essere messi in atto tutti gli accorgimenti per evitare l'imputrescenza.

3.7 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 antipánico, 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.

3.8 ACCESSORI

3.8.1 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.

3.8.2 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.

4.0 CARATTERISTICHE ACUSTICHE: BARRIERE FONOASSORBENTI E CONTEMPORANEAMENTE FONOISOLANTI

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 (misura di “insertion loss”)

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.

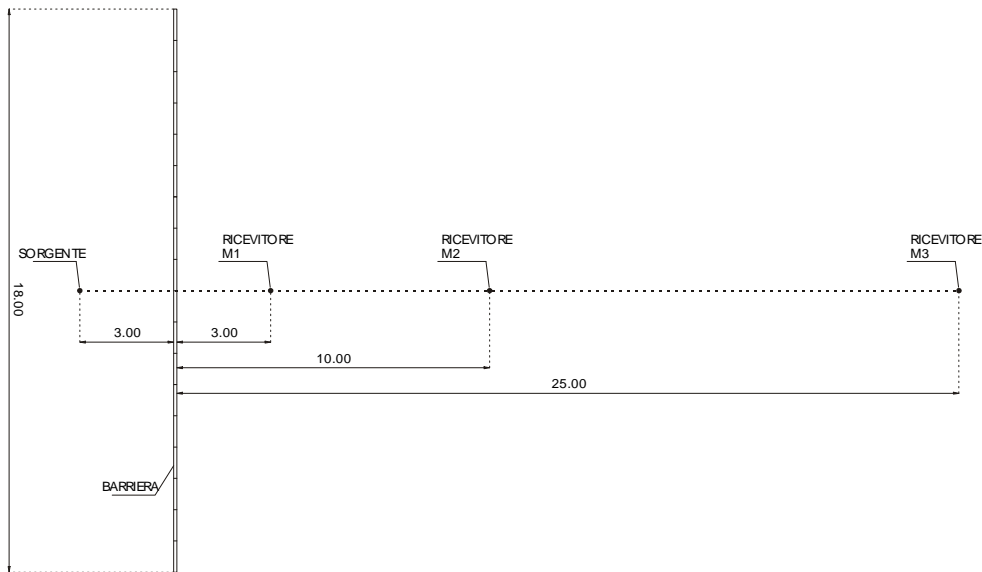
La velocità del vento nella zona di prova deve essere inferiore a $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

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.

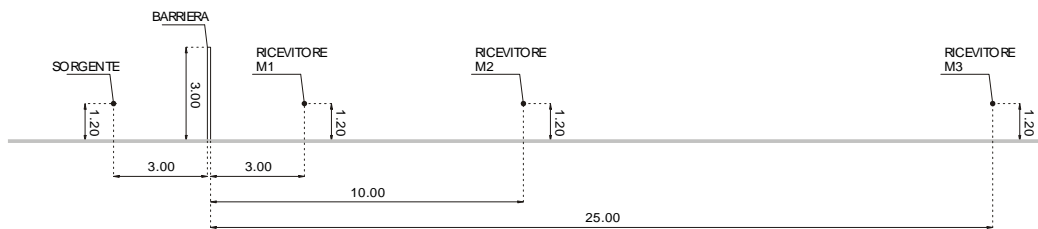
I pannelli della fila inferiore devono essere posati su un letto di sabbia o sul terreno vegetale livellato al fine di assicurare la necessaria ermeticità acustica nella zona di appoggio.

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



(VALORI ESPRESSI IN METRI)

Figura 1: schema della prova in campo libero

Le misure devono essere condotte in banda d'ottava nel campo $125 \div 4000$ 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. E' 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.

$$\text{Potere fonoisolante (dB)} = \text{Livello suono diretto} - \text{Livello suono trasmesso}$$

potere fonoassorbente (espresso in %): capacità di un materiale di “dissipare” l'energia sonora incidente su di esso.

$$\text{Potere fonoassorbente (\%)} = \frac{\text{Energia acustica riflessa}}{\text{Energia acustica incidente}}$$

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.

5.0 CARATTERISTICHE ACUSTICHE: BARRIERE FONOISOLANTI

5.1 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.

5.1.1 Prove di laboratorio in camera riverberante

L'indice I di isolamento acustico deve essere superiore o uguale a 30 dB. Il suo valore sarà determinato secondo la norma ISO 140/3-1978 e la ISO 717/1-1982 e successivi aggiornamenti.

5.1.2 Prova di attenuazione in campo libero su barriera normalizzata (misura di "insertion loss")

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.

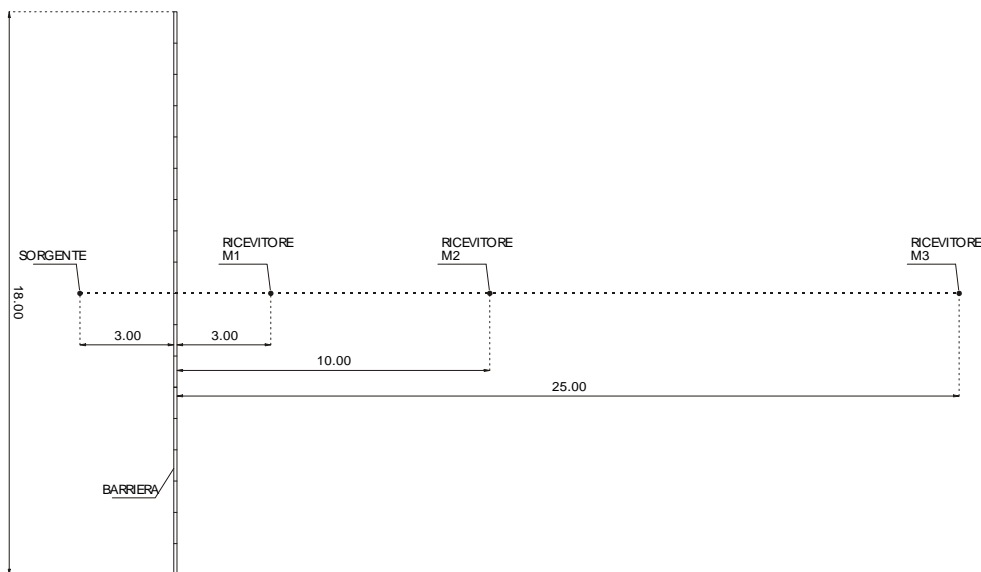
La velocità del vento nella zona di prova deve essere inferiore a $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

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.

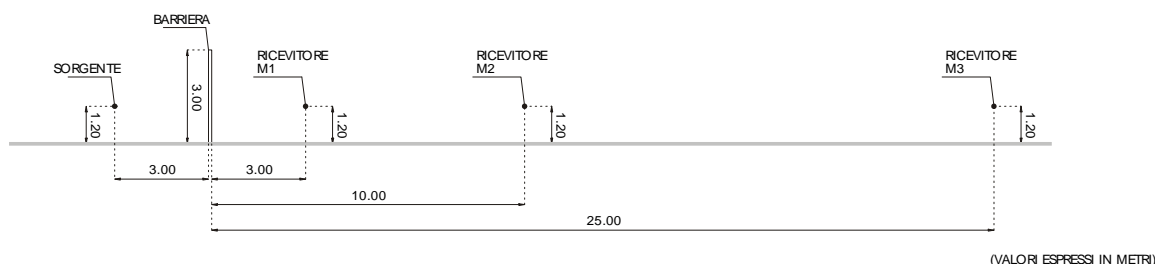
I pannelli della fila inferiore devono essere posati su un letto di sabbia o sul terreno vegetale livellato al fine di assicurare la necessaria ermeticità acustica nella zona di appoggio.

Le misure vanno eseguite in corrispondenza del montante centrale utilizzando una sorgente campione di rumore bianco e rosa e un ricevitore

PLANIMETRIA SCHEMATICA



SEZIONE SCHEMATICA



posti nelle posizioni indicate in Fig. 2.

Figura 2: 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. E' 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.

5.1.3 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.

$$\text{Potere fonoassorbente (\%)} = \frac{\text{Energia acustica riflessa}}{\text{Energia acustica incidente}}$$

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.

5.2 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.

6.0 BIOMURI: CARATTERISTICHE DEI MATERIALI ED ACUSTICHE

I biomuri sono costituiti da strutture a sezione trapezoidale o rettangolare, formate da un reticolo portante spaziale tridimensionale, drenante, realizzato mediante sovrapposizione di appositi elementi prefabbricati in c.a.v. o in legno opportunamente trattato, in modo da formare dei contenitori aventi larghe superfici aperte al cui interno viene insilato del materiale inerte terroso, che permette l'impianto di essenze vegetali rampicanti e/o cespugli.

Possono anche essere posati in modo da formare un muro di sostegno, disposto in adiacenza all'infrastruttura stradale, che sostiene un terrapieno che si ricongiunge dal lato opposto, con varie forme e pendenze, al piano campagna.

La realizzazione del muro consiste nella fornitura e posa in opera degli elementi prefabbricati, comprese le basi di appoggio, il riempimento con il terreno, il rinverdimento effettuato con essenze resistenti e sempreverdi, nonché tutte le opere ed i lavori necessari per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

La struttura normalmente risulta composta da spazi aperti o nicchie esposte all'acqua piovana ma deve essere attentamente valutata la necessità di un sistema di irrigazione da alimentare in modo opportuno.

6.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

I materiali che costituiscono l'opera di sostegno del biomuro sono:

elementi che formano il reticolo di sostegno, che possono essere:

prefabbricati in c.a.v.;

in legno trattato;

terreno di riempimento.

Gli elementi di sostegno ed il terreno di riempimento occorrente per la costruzione delle opere dovranno risultare rispondenti ai requisiti di cui ai punti seguenti.

6.1.1 Caratteristiche degli elementi prefabbricati

Gli elementi prefabbricati costituenti il muro devono essere modulari e vincolabili, atti a qualsivoglia configurazione planimetrica, comprese le curvilinee, e devono permettere la realizzazione dell'opera con paramento verticale o a scarpa.

Importante è la giusta valutazione della proporzione tra quantità di terreno e di cemento armato; inoltre, visto che il cemento armato riflette l'energia sonora, nel formare il paramento esposto del manufatto si deve fare in modo di ridurre al minimo indispensabile la struttura in cemento armato a vista infittendo quanto più possibile la vegetazione oppure rivestendo le superfici esposte in modo che risultino almeno parzialmente fonoassorbenti.

Le dimensioni e la forma geometrica di questi elementi prefabbricati variano sia per la funzione da loro esplicata nell'ambito della struttura reticolare, sia per le diverse esigenze produttive delle case costruttrici; in ogni caso i singoli elementi dovranno presentare gli appositi alloggiamenti necessari per garantire il loro incastro durante la realizzazione del muro, e dovranno rispettare i requisiti riportati nella specifica e nei disegni di progetto.

Le caratteristiche geometriche degli elementi e le modalità esecutive della struttura dovranno essere tali da impedire la fuoriuscita del materiale di riempimento.

La struttura reticolare così formata deve avere una modularità costante, componibile tridimensionalmente, in modo da poter realizzare muri cellulari di sezione anche variabile il cui peso, al netto del materiale di riempimento, dovrà essere non inferiore a 300 Kg/m^3 .

La configurazione e le dimensioni delle opere da realizzare si uniformeranno ai disegni di progetto allegati o che in corso d'opera saranno forniti dalla D.L.

Gli elementi del muro cellulare sono prefabbricati mediante specifico macchinario che consente la produzione a sforno immediato, ovvero ad immediata scasseratura dell'elemento prefabbricato, subito dopo l'esecuzione delle operazioni di getto e di vibratura.

Particolare cura deve essere adottata nella fondazione degli elementi principali portanti specialmente se si sta operando sui bordi dei rilevati: si potranno utilizzare micropali stabilizzati o fondazioni a platea, a seguito degli opportuni calcoli statici.

Detti elementi prefabbricati, prodotti in dimensioni e forma diverse a seconda delle funzioni esplicitate nell'ambito della struttura, devono avere una adeguata armatura metallica, secondo le norme tecniche costruttive relative alle opere di calcestruzzo armato di cui alla Legge 5.11.1971 n. 1086 e successive modificazioni, e una resistenza caratteristica del conglomerato cementizio a 28 gg $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$ al fine di poter sostenere tutte le sollecitazioni derivanti dalle spinte delle terre sia interne che esterne in zona sismica di prima categoria.

I materiali che costituiscono i singoli elementi prefabbricati devono avere le seguenti caratteristiche:

| Caratteristica | Esigenza |
|---|--|
| Barre e reti elettrosaldate di armatura | Acciaio FeB 38K controllato o FeB 44K controllato. |
| Tipo di cemento | 325 o superiore, dosato a 400 kg/m^3 impasto |
| Rapporto acqua/cemento | 0.45 |
| Vibratura | 9000 Hz |
| Resistenza alla compressione | $R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$ (350 kgf/cm^2) |

Prima dell'inizio dei lavori la D.L. si riserva la facoltà di accettare l'idoneità (dimensionale e costruttiva) degli elementi componenti la struttura.

La stessa confermerà e/o preciserà, all'atto esecutivo le caratteristiche dimensionali e costruttive nel loro insieme e le modalità di realizzazione dei lavori.

È facoltà del Committente, infatti la possibilità di apportare ai lavori le variazioni od aggiunte che reputa necessarie nell'interesse della buona riuscita e dell'economia dei lavori, senza che l'Appaltatore possa trarne motivi per avanzare pretesa di compensi od indennizzi di qualsiasi natura e specie non stabiliti nei Capitolati d'Appalto.

6.1.2 Caratteristiche degli elementi in legno trattato

La gabbia in legno deve essere costituita da elementi modulari a incastro trattati con miscela preservante CCA, a carico di ritenzione di 16 l/m^3 , densità umida di 8 kN/m^3 .

6.1.3 Caratteristiche del terreno di riempimento

I migliori valori di fonoassorbimento si ottengono con composta completamente matura, terra vegetale ricca di humus o con miscuglio di queste due terre. Un terriccio completamente maturo oltre ad aumentare la caratteristica fonoassorbente permette una vegetazione permanente. La premessa da soddisfare è il tenore di sostanze organiche convertibili e, come già accennato, un elevato tenore di humus.

Le caratteristiche di un terriccio completamente fermentato che determinano la sua particolare attitudine come materiale di riempimento sono le seguenti:

- elevata percentuale di sostanza organica per il bilancio dell'humus;
- elevato volume delle porosità;
- elevato ritenimento idrico;
- elevato contenuto di organismi del terreno;
- quote di elementi principali ed oligoelementi;
- elevata capacità di scambio di ioni (potere di fissare le sostanze nutritive);
- insensibile all'erosione;
- insensibile agli assestamenti del terreno;
- buona ventilazione.

Resta stabilito che tutte le pratiche e gli oneri inerenti al reperimento del materiale, comprese l'eventuale ricerca, occupazione, apertura e gestione cave sono a carico esclusivo dell'Impresa fornitrice, rimanendo il Committente sollevato dalle conseguenze di qualsiasi difficoltà che la stessa potesse incontrare a tale riguardo; questa dovrà indicare, al momento della consegna dei lavori, le cave o i fornitori di cui intende servirsi che, a loro volta, dovranno essere adeguate e capaci a fornire in tempo utile tutto il materiale necessario ai lavori, che soddisfi le prescritte caratteristiche. L'Impresa fornitrice resta responsabile di fornire il quantitativo e di garantire la qualità dei materiali necessari al normale avanzamento dei lavori, anche se, per far fronte a tale impegno dovessero cambiare la natura del materiale oppure la cava o il fornitore; tutto ciò senza che l'Impresa fornitrice possa accampare pretese di speciali compensi o di indennità.

Nessuno speciale compenso od indennità potrà richiedere l'Impresa fornitrice in conseguenza delle maggiori spese o difficoltà che potrà incontrare in questo campo per la completa osservanza delle norme di legge o delle maggiori prescrizioni che potessero dettare le autorità competenti.

6.2 ESSENZE VEGETALI

Le piante in essi contenute possono essere scelte in base ai seguenti criteri (da Stern e Partner, Architetti del paesaggio, Zurigo):

Tipo di paesaggio circostante:

nell'area urbana;

fuori dall'area urbana, cioè in un paesaggio naturale;

vicino a vegetazione di:

piante indigene, cioè piante di naturale/spontanea crescita;

piante antropogene esotiche o importate da altre regioni o continenti.

Condizioni microclimatiche:

generali condizioni geografiche e climatiche;

condizioni particolari nel muro;

posizione del muro (parte superiore, media o bassa);

tipo di terra, miscuglio di terra;

esposizione al sole, all'ombra, al vento e influenza della pioggia.

Limitata possibilità di cubatura:

luogo trafficato, spazio limitato particolarmente nella parte bassa, molto vento dovuto al passaggio del traffico/auto; lato esterno confinante direttamente con la strada.

Piante raggruppate nelle aree:

area con piante sempreverdi;

area di piccoli cespugli;

area con tipi di piante rampicanti o cascanti;

aree con piante a crescita bassa che coprono la superficie della terra;

area con piante grasse di piccola crescita.

Esposizione rispetto al paesaggio:

dominante aree di priorità/importanti;

associato a piante per colmare/riempire il buco/squarcio di frane.

6.3 SPECIFICHE DI ACCETTAZIONE

La fase di accettazione consiste nella certificazione preventiva dei materiali; per quanto riguarda la fornitura degli elementi modulari prefabbricati e in legno, l'Impresa fornitrice è tenuta a produrre adeguata certificazione che ne comprovi le caratteristiche fisiche e meccaniche.

Per l'accettazione del terreno di riempimento, in considerazione dei requisiti previsti in progetto, la D.L. potrà richiedere l'esecuzione di analisi granulometriche, limiti di Attenberg e prove di taglio diretto con scatola di Casagrande.

Dopo la messa in opera di ogni strato la D.L. potrà richiedere la verifica del grado di costipamento mediante prove di controllo della densità in sito e della densità di riferimento in laboratorio. Le prove geotecniche in sito ed in laboratorio dovranno essere eseguite da un laboratorio ufficiale approvato dalla D.L.

6.4 CARATTERISTICHE ACUSTICHE

Dal punto di vista delle caratteristiche acustiche la fase di accettazione 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.

6.4.1 Prove di laboratorio in camera riverberante

L'indice I di isolamento acustico deve essere superiore o uguale a 24 dB. 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.

6.4.2 Prova di attenuazione in campo libero su barriera normalizzata (misura di “insertion loss”)

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.

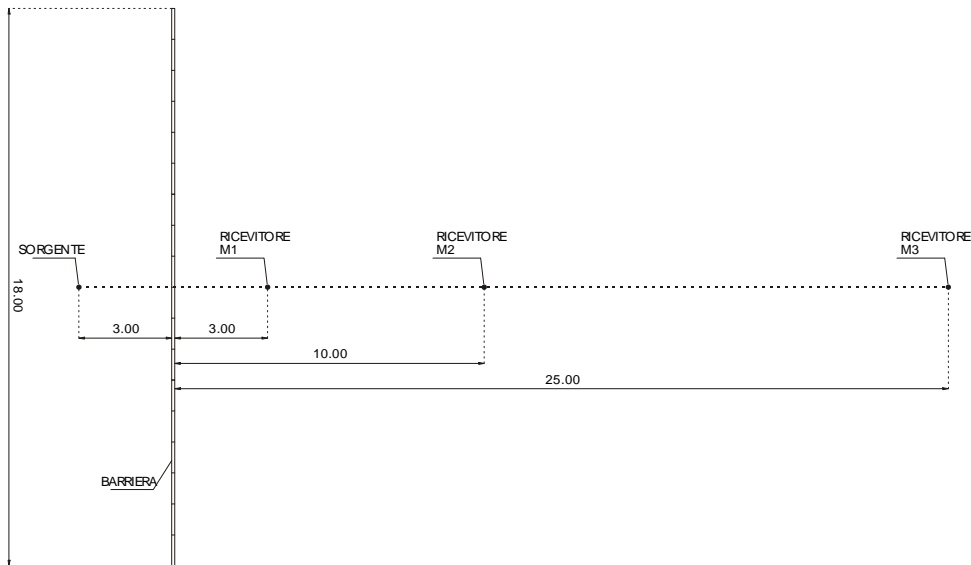
La velocità del vento nella zona di prova deve essere inferiore a $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

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. 3.

PLANIMETRIA SCHEMATICA



SEZIONE SCHEMATICA

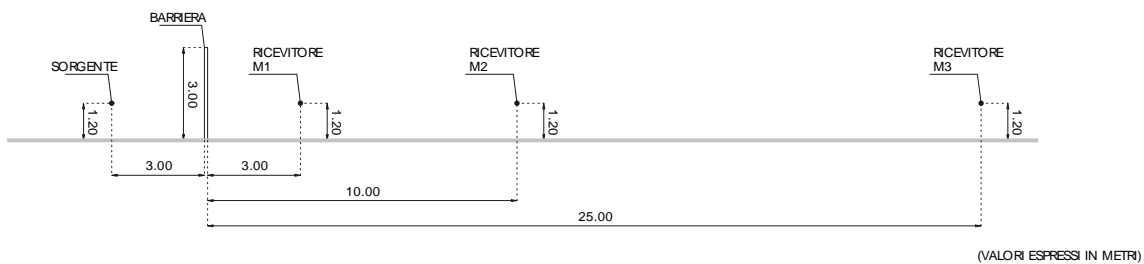


Figura 3: schema della prova in campo libero

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. E' 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.

6.5 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 degli elementi e un corretto insilaggio del terreno, nonché mediante l'impianto di adeguate essenze vegetali rampicanti e/o cespugli.

L'esecuzione delle opere dovrà rispettare i vincoli indicati sui disegni tipologici allegati.

7.0 ELEMENTI ANTIDIFFRATTIVI: CARATTERISTICHE DEI MATERIALI ED ACUSTICHE

L'efficacia in sito di uno schermo acustico è, in gran parte, limitata dal fenomeno della diffrazione sullo spigolo superiore: per ridurre questo fenomeno è possibile installare sulla sommità di barriere antifoniche o su manufatti esistenti degli appositi dispositivi antidiffrittivi.

Tali dispositivi consentono, grazie alle loro caratteristiche di fonoassorbimento, di ridurre l'altezza di una qualsiasi barriera con benefici economici e di impatto ambientale.

7.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Gli apparecchi antidiffrittivi sono normalmente realizzati in elementi lineari con le seguenti caratteristiche:

Elemento esterno: è costituito da componenti in lamiera di acciaio zincato o di alluminio opportunamente sagomati e forati.

Elemento interno fonoisolante: è costituito un elemento tubolare in acciaio zincato di adeguato spessore.

Materiale fonoassorbente: interposto tra i due elementi interno ed esterno, è costituito da lana minerale.

Coprigiunti ed elementi terminali: consentono la giunzione e la chiusura dei dispositivi antidiffrittivi.

Strutture di sostegno: consentono il fissaggio dei dispositivi antidiffrittivi alle barriere o ad altri manufatti.

I componenti in acciaio zincato e in alluminio, così come i materiali fonoassorbenti devono essere conformi a quanto richiesto per le parti omologhe dei pannelli fonoassorbenti metallici (si vedano i paragrafi ..e..) per quanto riguarda caratteristiche meccaniche, di durezza, di protezione dalla corrosione, ecc.

7.2 CARATTERISTICHE ACUSTICHE

L'importanza del fenomeno della diffrazione dipende dalla localizzazione della sorgente acustica e del punto di misura rispetto allo schermo acustico.

Quindi, contrariamente alla trasmissione e all'assorbimento, la diffrazione non è una caratteristica intrinseca: così le distanze relative sorgente-schermo e schermo-punto di misura, hanno una notevole importanza nei confronti della prestazione del sistema antidiffrittivo provato.

Peraltro è molto importante essere in grado di caratterizzare questo fenomeno in condizioni di riferimento al fine di consentire da una parte la qualificazione in fabbrica e dall'altra il confronto dei prodotti in condizioni similari.

Come è stato detto la diffrazione non è una caratteristica intrinseca del materiale, perciò è necessario analizzare il contesto in cui la barriera sarà messa in opera: inserita come rialzo della barriera (ed esempio su una barriera esistente), mantenendo fissa l'altezza massima oppure ancora dimensionando la barriera di efficacia equivalente nel caso di nuove barriere.

Le tre tipologie di analisi sono mostrate nello schema:



Figura 4 tipologie di analisi sugli elementi antidiffrattivi

7.2.1 Metodologia di prova

La metodologia di prova descritta segue la prima tipologia di analisi.

La prova consiste nell'adottare il metodo impulsivo (largamente sperimentato in Francia), al fine di determinare il parametro IL (*Insertion Loss*, perdita di energia in diffrazione):

$$IL_{AD} = IL_1 - IL_2$$

dove:

IL_1 = attenuazione della barriera con l'aggiunta dell'elemento antidiffrattivo

IL_2 = attenuazione ottenuta dalla sola barriera

IL_1 e IL_2 sono ottenuti dalla formula:

$$IL = 20 \cdot \log\left(\frac{P_d}{P_i}\right) - 20 \cdot \log\left(\frac{d_2}{d_1}\right)$$

dove:

P_d = pressione acustiche diffratta dallo spigolo superiore

P_i = pressione acustica incidente

d_1, d_2 = distanze sorgente-microfono secondo il seguente schema:

$$d_2 = d_{2,1} + d_{2,2}$$

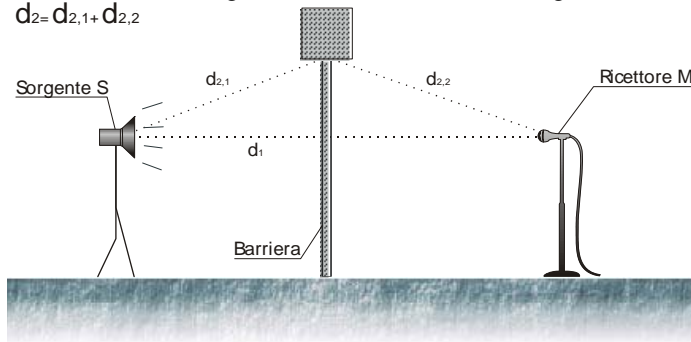


Figura 5: schema per il calcolo dei valori di IL

Il parametro IL è di solito positivo: ciò vuol dire che l'inserimento del dispositivo antidiffrattivo permette normalmente di ottenere una diminuzione di livello sonoro al di là dello schermo; può essere negativo in alcuni casi marginali.

La sorgente sonora è costituita da un generatore di rumore rosa in un campo di frequenza compreso fra 100 e 5000 Hz.

L'efficacia in diffrazione dipende fortemente dalla frequenza, come la trasmissione (debole alle basse frequenze e forte alle alte frequenze), e anche dall'altezza del microfono rispetto allo schermo.

7.2.2 Modalità di esecuzione della prova

La prova consiste nel mettere in opera uno o più pannelli preferibilmente in calcestruzzo in modo da formare una barriera lunga 8 m, come indicato sullo schema in Fig. 6.

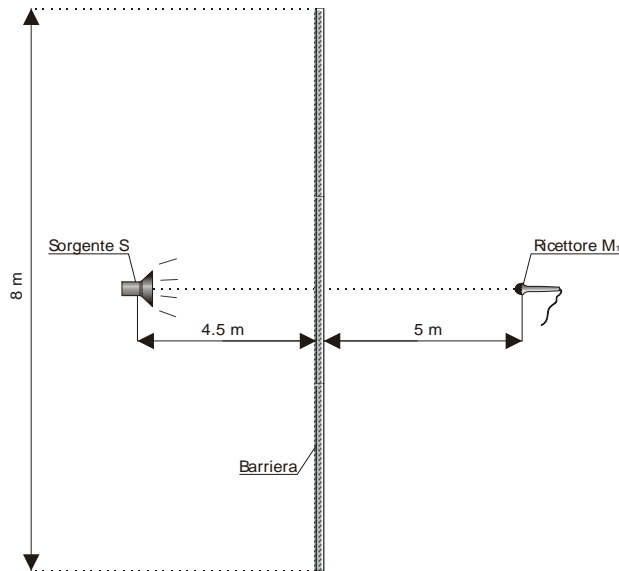
Lo spazio davanti e dietro dovrà essere libero per permettere il posizionamento dei microfoni.

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.

L'altezza della barriera deve essere di 3 m al fine di conservare la coerenza con le misure di trasmissione e di assorbimento.

E necessario ripetere l'esperimento per almeno 5 altezze dei microfoni in modo da avere una caratterizzazione completa dell'irraggiamento acustico

PLANIMETRIA SCHEMATICA



SEZIONE SCHEMATICA

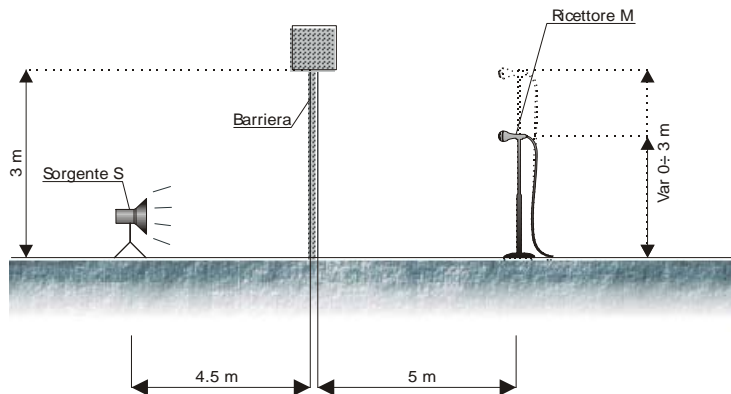


Figura 6: schema della prova su elementi antidiffrattivi

8.0 ALTRI TIPI DI SCHERMI ACUSTICI

8.1 RIMODELLAMENTI MORFOLOGICI

I rimodellamenti morfologici utilizzati come barriere al rumore emesso dall'infrastruttura stradale possono essere realizzati per mezzo di:

terrapieni a pendenza naturale;
strutture in terra rinforzata o geosacchi.

Le barriere di questo tipo sono chiamate anche naturali perché in esse l'elemento naturale (terra, vegetazione, humus) assolve sia al ruolo funzionale che alla funzione estetica.

8.1.1 Terrapieni a pendenza naturale

I terreni a pendenza naturale integrati da vegetazione presentano ottime prestazioni acustiche e di inserimento paesaggistico, ma hanno lo svantaggio di una notevole occupazione planimetrica e di richiedere una grande quantità di materiale: per queste ragioni è una tecnologia conveniente solo se viene prevista fin dalle prime fasi di progettazione dell'infrastruttura.

Il terrapieno deve essere progettato secondo calcoli di stabilità sviluppati sulla base delle caratteristiche geotecniche del terreno da utilizzare per il rilevato e dovrà essere realizzato secondo la conseguente configurazione;

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione di scavi e sbancamenti, di preparazione o sagomatura dei pendii, nonché la eventuale predisposizione di elementi drenanti alla base, il reperimento del materiale costituente il rilevato, il ciclo di idrosemina ed ogni altra categoria accessoria di lavoro si rimanda alle prescrizioni del sezione "opere in verde" del presente Capitolato.

Il terreno di riempimento può provenire sia da scavi precedentemente eseguiti, sia da cave, e dovrà appartenere ai gruppi A1-a, A3, A2-4 e A2-5 della classificazione UNI 10006 con esclusione di pezzature superiori a 25 cm. I gruppi A2-6 A2-7 potranno essere impiegati purché l'indice plastico I_p sia inferiore a 30; per i materiali con passante al setaccio n. 200 (0.0074 mm) maggiore del 35% è necessario che il passante ai 20 micron (0.020 mm) sia inferiore al 40% e l'indice plastico $I_p < 30$.

Qualora siano richiesti particolari capacità drenanti al manufatto, il materiale dovrà appartenere alla classi A1, A3.

In ogni caso saranno esclusi i materiali che, presentino angoli di resistenza al taglio minori di quelli previsti in progetto e comunque inferiori a 25° ; il peso di volume del terreno di riempimento dovrà essere superiore a 1.7 t/m^3 .

8.1.2 Strutture in terra rinforzata

Il rimodellamento morfologico consiste nella realizzazione di rilevato o terrapieno a scarpata stabilizzata, con paramento esterno rinverdito, armato mediante manufatti a struttura regolare detti "geogriglie", costituiti da polietilene ad alta densità o polipropilene stabilizzato od altri polimeri, aventi elevata resistenza meccanica, chimica e fisica e stabilizzati all'azione di raggi U.V., con inclinazione fino a 90° rispetto al piano orizzontale.

Il terrapieno deve essere progettato secondo calcoli di stabilità sviluppati sulla base delle caratteristiche geotecniche del terreno da utilizzare per il rilevato e dovrà essere realizzato secondo la conseguente configurazione. La tipologia e le caratteristiche meccaniche delle georeti nonché il loro posizionamento dovranno essere conformi alle risultanze dei calcoli sviluppati.

La realizzazione avverrà mediante formazione di strati successivi con sequenze ripetitive di posa della geogriglia, stesa e compattamento del materiale a strati sovrapposti ognuno di altezza non superiore a 25 cm.

Le geogriglie da impiegarsi dovranno avere una struttura regolare formata dalla stiratura mono-biassiale di un foglio continuo ed avere aperture, geometria, costole e giunzioni nelle sezioni di incrocio tali da permettere un significativo collegamento meccanico con il materiale da rinforzare. Dovranno inoltre avere una elevata rigidità a flessione ed un elevato modulo elastico in relazione al materiale da rinforzare, ed una elevata continuità della resistenza elastica lungo tutte le costole e giunzioni della struttura.

Le geogriglie dovranno essere resistenti al degrado dovuto ai raggi ultravioletti, ai danneggiamenti durante una normale posa in opera, ed a tutte le forme di degrado chimico o biologico normalmente incontrate nel materiale che deve essere consolidato. Il livello di sollecitazione e le caratteristiche delle geogriglie dovranno essere certificate per una vita di oltre 120 anni.

Per le modalità di esecuzione di scavi e sbancamenti, di preparazione o sagomatura dei pendii, nonché per la eventuale predisposizione di elementi drenanti alla base si rimanda alle disposizioni della sezione "Movimenti di Terra" del presente Capitolato.

Il terreno di riempimento può provenire sia da scavi precedentemente eseguiti, sia da cave, e dovrà appartenere ai gruppi A1-a, A3, A2-4 e A2-5 della classificazione UNI 10006 con esclusione di pezzature superiori a 25 cm. I gruppi A2-6 A2-7 potranno essere impiegati purché l'indice plastico I_p sia inferiore a 30; per i materiali con passante al setaccio n. 200 (0.0074 mm) maggiore del 35% è necessario che il passante ai 20 micron (0.020 mm) sia inferiore al 40% e l'indice plastico $I_p < 30$. Qualora siano richiesti particolari capacità drenanti al manufatto, il materiale dovrà appartenere alla classi A1, A3.

In ogni caso saranno esclusi i materiali che, presentino angoli di resistenza al taglio minori di quelli previsti in progetto e comunque inferiori a 25° ; il peso di volume del terreno di riempimento dovrà essere superiore a 1.7 t/m^3 .

Una variante di questo sistema consiste nell'utilizzo dei "geosacchi": si procede alla realizzazione di una parete con sacchi sovrapposti di tessuto non tessuto riempiti di miscela di terreno vegetale e concimi. Il lato della parete rivolto verso l'infrastruttura potrà essere quasi verticale mentre l'altro lato formerà con il piano d'appoggio un angolo acuto.

Le superfici esterne delle pareti saranno adeguatamente trattate al fine di ottenere un rivestimento vegetante in un periodo massimo di 180 giorni.

Le modalità costruttive e la conformazione del terrapieno consentono di considerare questo tipo di barriera come una struttura monolitica appoggiata al suolo, quindi dovranno essere verificate le consuete condizioni di stabilità al ribaltamento, allo scivolamento e allo schiacciamento. La scarpata o il rilevato stradale dovranno essere predisposti alla posa dei geosacchi mediante livellamento e/o gradonatura. Alla base del piano di posa potranno essere realizzati drenaggi longitudinali per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche per impedire il ruscellamento della scarpata.

Il sacco contiene terriccio di alta qualità con l'aggiunta di semi di varie essenze, oligoelementi ed attivanti della flora batterica. L'involucro è costituito da tessuto non tessuto imputrescibile, cucito a forma di sacco e con numerosi tagli per consentire una migliore germinazione e la fuoriuscita delle piantule. Le dimensioni e il peso di ciascun geosacco devono consentire una facile lavorabilità al fine di un'agevole costruzione della barriera.

8.2 BARRIERE VEGETALI (FASCE BOScate)

Le barriere vegetali sono schermature costituite da vegetazione specializzata per tipo di essenza e sesto di impianto, le quali, pur in misura modesta, consentono di deviare, assorbire, riflettere e rifrangere il rumore. Esse sono costituite da uno o più filari di arbusti e/o alberi, preferibilmente della famiglia dei sempreverdi, impiantati ad una distanza tale da consentire una regolare crescita delle stesse. Per la scelta della tipologia di piante e la modalità di esecuzione e manutenzione si rimanda alle disposizioni riportate nella sezione opere a verde.

9.0 ALTRI TIPI DI INTERVENTO

9.1 INTERVENTI PER RIDURRE IL RUMORE EMESSO DAL TRAFFICO

9.1.1 Pavimentazioni antirumore

Le pavimentazioni antirumore sono classificate secondo le seguenti tipologie:
 microtappeti realizzati con conglomerati bituminosi aventi granulometria fine o molto fine ed inerti porosi, oppure tramite trattamenti superficiali a base di resina epossidica;
 rivestimenti con conglomerati bituminosi drenanti, di spessore sottile (da 3 a 8 cm) e porosità variabile costituiti da una miscela di pietrischetti frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con bitume modificato;
 rivestimenti con conglomerati bituminosi drenanti o conglomerati di calcestruzzo poroso, di spessore medio-alto (da 15 a 50 cm) e porosità crescente dal basso verso l'alto;
 pavimentazioni eufoniche costituite da uno strato di conglomerato bituminoso drenante di spessore 4÷6 cm posto al di sopra di una piastra continua in conglomerato di cemento armato comprendente elementi idonei a migliorare l'assorbimento alle basse frequenze.

Le caratteristiche di assorbimento acustico delle pavimentazioni ad effetto antirumore potranno essere verificate con i seguenti metodi:

in laboratorio applicando il metodo ad onde stazionarie (attrezzatura denominata "tubo di Kundt") in condizioni di incidenza normale su carote di 10 cm di diametro, prelevate in situ dopo il 15° giorno dalla stesa del conglomerato in situ applicando il metodo dell'impulso riflesso (Norme ISO 11819-1 e 2, ISO 13472-1 e 2 per misure in situ) con una incidenza radente di 30°.

9.1.2 Giunti silenziosi

Si definiscono giunti silenziosi i giunti che generano incrementi del livello sonoro equivalente, rispetto ai tratti adiacenti, inferiori ai seguenti valori:

| Giunti a piccola escursione (< 50 mm) | |
|---------------------------------------|-------|
| Tipo di veicolo | dB(A) |
| Leggero | 1,5 |
| Pesante | 2,0 |

| Giunti a grande escursione (> 50 mm) | |
|--------------------------------------|-------|
| Tipo di veicolo | dB(A) |
| Leggero | 2,5 |
| Pesante | 3,0 |

9.2 RIVESTIMENTI FONOASSORBENTI IN GALLERIA

L'intervento consiste nella posa di pannelli prefabbricati in calcestruzzo con spessore di 10 ÷ 20 cm. Nella parte superiore i pannelli saranno opportunamente sagomati in modo da poter ottenere l'alloggiamento per il corpo illuminante ed una piccola plancia per l'appoggio dei cavi di alimentazione delle lampade stesse e di tutte le apparecchiature elettriche necessarie.

La superficie in vista del pannello dovrà essere finita a calcestruzzo canettato colore naturale, risultante dal getto su matrice in gomma.

L'appoggio del pannello sarà costituito da un cordolo guida in calcestruzzo prefabbricato, da posarsi su letto di compensazione in malta di cemento ed ancorato alla sottostante struttura della sede viaria o del marciapiede mediante la posa di spinotti in acciaio, inghisati con malta antiritiro.

Gli ancoraggi alla parete strutturale della galleria saranno ottenuti con accessori metallici in acciaio inox posti nella parte superiore, costituiti da profili, staffe, barre tirafondo, dadi, rondelle antisvitamento, ecc. in parte gettati nel prefabbricato ed in parte ancorati alle strutture della galleria mediante uso di malte antiritiro e di resine epossidiche.

9.3 INTERVENTI SPECIALI

9.3.1 Schermi totali con grigliati acustici

Si definiscono schermi totali le coperture a cielo aperto con griglia a deflettori (baffles), in grado di garantire riduzioni di rumore anche ai piani alti degli edifici consentendo al tempo stesso una buona illuminazione ed areazione dell'infrastruttura. Lo schermo è costituito da una struttura di supporto principale alla quale sono fissati i pannelli deflettori.

9.3.2 Provvedimenti eccezionali sui locali ricevitori

Qualora non si raggiungano i limiti prefissati con l'adozione di tutti i possibili interventi di cui sopra, potranno essere eccezionalmente adottati provvedimenti di protezione acustica nei singoli locali all'interno delle abitazioni, ricorrendo per esempio a finestre antirumore autoventilate, ad intonaci, cavità o oggetti fonoassorbenti ecc. Tali provvedimenti dovranno essere giustificati e motivati con apposita relazione tecnica in cui risulti comprovata da calcoli e riscontri la compatibilità con normative potenzialmente antagoniste, tra le quali in particolare la legge 46/90, la legge 10/91, il D.P.R. 412/93, le norme UNI-CTI 10339/95 e loro successivi aggiornamenti ed estensioni.

10.0 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE E VINCOLI GEOMETRICI DI ESERCIZIO

10.1 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE BARRIERE ARTIFICIALI

10.1.1 Geometria delle barriere

La geometria degli schermi acustici sarà indicata negli elaborati grafici di progetto, redatti secondo gli schemi tipologici allegati, che dovranno essere sottoposti all'approvazione del Committente.

In caso di montaggio scalettato, la distanza da terra del bordo superiore dei pannelli deve essere ovunque non inferiore a quella ottimale prevista per l'attenuazione richiesta.

Le barriere saranno poste ad una distanza dal ciglio stradale così come indicato nei disegni tipologici e tale da consentire un agevole uso delle infrastrutture stradali e da ottimizzare l'abbattimento di energia sonora.

10.1.2 Particolarità costruttive delle barriere

I materiali costituenti le barriere devono essere forniti nei colori che saranno indicati dal progettista. Fra i montanti e i pannelli e tra pannello e pannello devono essere previste guarnizioni acusticamente ermetiche da descrivere negli elaborati di progetto mentre tra pannelli e fondazioni in calcestruzzo devono essere previsti elementi sigillanti.

Tutta la barriera deve essere costruita in modo da evitare in ogni punto il ristagno dell'acqua. In particolare per i pannelli composti l'acqua deve fuoriuscire facilmente dai singoli pannelli e non ristagnare sia fra pannello e pannello sia tra pannello inferiore della parete e superficie di appoggio.

Le soluzioni costruttive devono consentire la rimozione senza che occorra la demolizione della relativa fondazione. I getti di bloccaggio dovranno essere effettuati con idonee malte cementizie di tipo reoplastico.

Il materiale fonoassorbente deve essere assicurato in modo tale da evitarne spostamenti e piegature e deve essere protetto in modo che non possa impregnarsi d'acqua e non possa essere facilmente danneggiato.

Dovranno essere previsti dei dispositivi atti a impedire l'asportazione dei pannelli.

10.1.3 Barriere sui ponti e viadotti

Nella zona di giunto dei ponti e viadotti dovrà essere prevista una doppia parete su due lati degli elementi affiancati ravvicinati il più possibile, ma sempre in modo da permettere le libere dilatazioni dell'opera d'arte. Le due pareti dovranno avere una sovrapposizione pari all'escursione massima del giunto maggiorata di almeno 50 cm e dovranno essere vincolate alle strutture in modo che non sia impedito il movimento di dilatazione del ponte o del viadotto.

Nel caso di insonorizzazione di ponti metallici la struttura portante dei pannelli dovrà preferibilmente essere distinta da quella delle travate metalliche e intorno ad esse e ai relativi apparecchi d'appoggio dovrà essere lasciato spazio sufficiente per l'effettuazione delle ispezioni e degli interventi di manutenzione.

Si dovrà inoltre tenere conto delle deformazioni delle travate metalliche sia per effetto dei sovraccarichi che delle dilatazioni termiche.

Per dilatazioni inferiori a 5 cm, si disporrà un giunto in neoprene tra i due montanti della barriera o un idoneo sistema atto a consentire la libera dilatazione del manufatto.

I vincoli obbligatori quali: interasse dei montanti, tipologia di fondazione, pannelli e parti speciali, saranno indicati sui disegni tipologici.

10.1.4 Barriere su rilevato e trincea

I vincoli obbligatori quali: interasse dei montanti, tipologia di fondazione, pannelli e parti speciali, saranno indicati sui disegni tipologici.

10.1.5 Protezione elettrica

I montanti metallici vanno ancorati al basamento di calcestruzzo proteggendone la parte immersa e, per almeno 10 cm, anche la parte che fuoriesce dal basamento mediante un opportuno mezzo isolante in modo da ostacolare il passaggio di correnti vaganti tra terra e barriera.

I singoli pannelli ed i montanti metallici devono essere collegati attraverso un cavo in rame di opportune dimensioni che corre lungo tutta la barriera.

Per le modalità di messa a terra e per il dimensionamento del suddetto cavo si dovrà fare riferimento alla Norma CEI 9.6 vigente.

Se la barriera viene posta in opera su un viadotto in c.a. la continuità metallica sia della barriera che del cavo in rame deve essere interrotta in corrispondenza dei giunti di dilatazione delle travate del viadotto ed il cavo dovrà essere collegato elettricamente all'armatura metallica del cemento armato in un solo punto per ogni travata.

10.1.6 Caratteristiche di resistenza al fuoco

Tutte le barriere devono garantire il seguente grado di resistenza al fuoco secondo la circolare n° 91 del Ministero dell'Interno e il D.M. 30/11/83:

Esigenza minima: classe REI 30.

10.2 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI BIOMURI

10.2.1 Esecuzione e preparazione del piano di fondazione

Il piano di fondazione sarà di norma realizzato in conglomerato cementizio avente $R'_{ck} > 15 \text{ N/mm}^2$ e dovrà essere livellato per un più agevole posizionamento delle basi di appoggio degli elementi modulari.

10.2.2 Posa in opera degli elementi modulari

Per realizzare in elevazione il muro cellulare inizialmente occorrerà mettere in opera perfettamente in piano le basi di appoggio, quindi si procederà al montaggio sistematico degli elementi modulari incastrandoli tra loro sia longitudinalmente, sia trasversalmente, sfruttando gli appositi alloggiamenti presenti sugli elementi stessi, si otterrà così la caratteristica forma reticolare.

10.2.3 Stesa dei materiali di riempimento

Una volta eseguita la struttura in elevazione occorrerà procedere al riempimento del reticolo così montato, stendendo il materiale di riempimento parallelamente al paramento esterno ed a strati di spessore costante in modo da agevolare la successiva compattazione qualora il riempimento della struttura reticolo venga eseguito con materiale terroso reperibile in loco.

Lo spessore della strato, alla stato sciolto, sarà stabilito di volta in volta dalla D.L. o da quanto riportato nei disegni di progetto, in ragione delle caratteristiche dei materiali e delle modalità di compattazione.

Per tale operazione dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della D.L. il tipo, le caratteristiche ed il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza). Per il modesto sviluppo planimetrico dei manufatti e per l'esiguità degli spazi disponibili si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti e costipatori vibranti azionati a mano.

Ogni strato verrà messo in opera con un grado di Compattazione pari al 90% del valore fornito dalla prova Proctor modificato (ASTM D1557).

Qualora si dovessero manifestare lesioni sugli elementi imputabili a cattiva esecuzione e/o difetto del materiale stesso, l'Impresa fornitrice dovrà provvedere alla sostituzione o al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla D.L..

11.0 MANUTENZIONE

Le scelte costruttive devono consentire di minimizzare gli interventi di manutenzione.

E' 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.

ART. 20

-SEGNALETICA ORIZZONTALE, VERTICALE e

COMPLEMENTARE -

INDICE

| | |
|--------|--|
| 1 | GENERALITA' |
| 2 | RESPONSABILITA' DELL'APPALTATORE |
| 3 | QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI |
| 3.1 | Segnaletica verticale |
| 3.2 | Segnaletica orizzontale |
| 3.3 | Acqua |
| 3.4. | Leganti idraulici |
| 3.5 | Ghiaie – Ghiaietti – Pietrischi - Pietrischetti – Sabbie per opere murarie |
| 3.6 | Materiali ferrosi |
| 3.7 | Pellicole |
| 3.8 | Pitture |
| 4 | PROVE DEI MATERIALI |
| 4.1 | Certificati |
| 4.2 | Prove dei materiali |
| 5 | PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO E FORNITURE |
| 6 | MOVIMENTI DI TERRE – SCAVI IN GENERE |
| 6.1 | Scavi di sbancamento |
| 6.2 | Scavi di fondazione |
| 7 | CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI ED ARMATI |
| 7.1 | Generalità |
| 7.2 | Componenti |
| 7.3 | Resistenza dei calcestruzzi |
| 7.4 | Posa in opera |
| 8 | CASSEFORME - ARMATURE |
| 9 | ACCIAIO |
| 9.1 | Generalità |
| 10 | ACCIAI PER CEMENTO ARMATO NORMALE |
| 10.1 | Barre tonde lisce – Feb 22k – Feb 32k |
| 10.2 | Barre ad aderenza migliorata – Feb 38k – Feb 44k |
| 11 | SEGNALETICA VERTICALE |
| 11.1 | Pellicole |
| 11.1.1 | Generalità |
| 11.1.2 | Accertamento dei livelli di qualità |
| 11.1.3 | Definizioni |
| 11.1.4 | Caratteristiche colorimetriche, fotometriche e metodologie di misura |
| 11.1.5 | Caratteristiche tecnologiche e metodologiche di prova |
| 11.1.6 | Individuazione delle pellicole retroriflettenti |
| 11.2 | Supporti in lamiera |
| 11.3 | Attacchi |
| 11.4 | Sostegni |
| 11.5 | Sostegni a portale |
| 11.6 | Fondazioni e posa in opera |

- 12 **SEGNALETICA COMPLEMENTARE**
- 12.1 Delineatori stradali
- 12.1.1 Generalità
- 12.1.2 Prove ed accertamenti
- 12.2 Coni h= 32,7 cm
- 12.2.1 Generalità
- 12.2.2 Forma
- 12.2.3 Peso
- 12.2.4 Caratteristiche colorimetriche corpo del cono superficie retroriflettente
- 12.2.5 Superfici retroriflettenti
- 12.2.6 Caratteristiche fotometriche
- 12.2.7 Caratteristiche comportamentali del materiale retroriflettente
- 12.2.8 Caratteristiche comportamentali del cono finito
- 12.3 Coni h= 50,0 cm
- 12.3.1 Generalità
- 12.3.2 Forma
- 12.3.3 Peso
- 12.3.4 Caratteristiche colorimetriche corpo del cono superficie non riflettente
- 12.3.5 Superfici retroriflettenti
- 12.3.6 Caratteristiche fotometriche
- 12.3.7 Caratteristiche comportamentali del materiale retroriflettente
- 12.3.8 Caratteristiche comportamentali del cono finito
- 12.4 Occhi di gatto
- 12.5 Dispositivo per la riflettorizzazione degli alberi
- 12.5.1 Generalità
- 12.5.2 Caratteristiche tecniche e dimensionali dei componenti

- 13 **SEGNALETICA ORIZZONTALE IN VERNICE**
- 13.1 Generalità
- 13.2 Prove ed accertamenti
- 13.3 Caratteristiche generali delle vernici

- 14 **SEGNALETICA ORIZZONTALE IN TERMOSPRUZZATO PLASTICO**
- 14.1 Generalità
- 14.2 Composizione del materiale
- 14.3 Sistemi di applicazione

- 15 **SEGNALETICA ORIZZONTALE PERMANENTE MATERIALI PREFORMATI
RETRORIFRANGENTI**

- 16 **GARANZIE SUI PREFORMATI RETRORIFRANGENTI**

- 17 **SEGNALETICA ORIZZONTALE TEMPORANEA MATERIALI PREFORMATI
RETRORIFRANGENTI**

1 GENERALITÀ

La segnaletica da utilizzare deve soddisfare precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione della sua collocazione.

Le attrezzature ed i mezzi di proprietà delle ditte devono possedere idonee caratteristiche e requisiti in linea con le più recenti tecnologie e con ogni norma legislativa e regolamentare avente comunque attinenza.

I mezzi devono inoltre essere tutti omologati dalla Motorizzazione Civile secondo le vigenti Norme del Nuovo Codice della Strada.

Al fine di soddisfare gli adempimenti al D.M. 30/12/1997, inerenti il sistema di garanzia della qualità per le imprese autorizzate alla costruzione di segnaletica stradale verticale:

1. Le imprese costruttrici di segnaletica stradale verticale devono essere in possesso dei requisiti previsti dall'art.45, comma 8, del decreto legislativo 30 aprile 1992 n.285; devono inoltre adottare un sistema di garanzia della qualità rispondente ai criteri ed alle prescrizioni contenute nelle norme europee internazionali UNI EN 9001/2, e deve essere certificato da un organismo accreditato ai sensi delle norme della serie UNI EN 45000.
2. Le imprese di cui sopra devono altresì possedere la certificazione di conformità dei segnali finiti ai sensi delle circolari n.3652 del 17.06.98 e n.1344 del 11.03.99 e successive modifiche.
3. L'Ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale, avvalendosi, quando ritenuto necessario, del parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, può prescrivere alle imprese interessate adeguamenti o modifiche al sistema di garanzia della qualità adottato anche per uniformare i comportamenti dei vari costruttori di segnali.

L'Impresa dovrà provvedere, senza alcun compenso speciale, ad allestire tutte le opere di difesa, mediante sbarramenti o segnalazioni in corrispondenza dei lavori, di interruzioni o di ingombri sia in sede stradale che fuori, da attuarsi con cavalletti, fanali, nonché con i segnali prescritti dal Nuovo Codice della Strada approvato con D.L. 30.4.1992 n. 285 e dal relativo Regolamento di esecuzione ed attuazione, approvato con D.P.R. 16.12.1992 n.495, dal D.P.R. n.610 del 16.09.96 e dalla circolare del Ministro LL.PP. n.2900 del 20.11.1993.

Dovrà pure provvedere ai ripari ed alle armature degli scavi, ed in genere a tutte le opere provvisorie necessarie alla sicurezza degli addetti ai lavori e dei terzi.

In particolare l'Impresa, nell'esecuzione dei lavori, dovrà attenersi a quanto previsto dalla Circolare n.2357 emanata il 16-5-1996 dal Ministero dei LL.PP. (Pubblicata nella G.U. n.125 del 30-5-1996) in materia di fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale.

Tali provvedimenti devono essere presi sempre a cura ed iniziativa dell'Impresa, ritenendosi impliciti negli ordini di esecuzione dei singoli lavori.

Quando le opere di difesa fossero tali da turbare il regolare svolgimento della viabilità, prima di iniziare i lavori stessi, dovranno essere presi gli opportuni accordi in merito con la Direzione dei Lavori; nei casi di urgenza però, l'Impresa ha espresso obbligo di prendere ogni misura, anche di carattere eccezionale, per salvaguardare la sicurezza pubblica, avvertendo immediatamente di ciò la Direzione dei Lavori.

L'Impresa non avrà mai diritto a compensi addizionali ai prezzi di contratto qualunque siano le condizioni effettive nelle quali debbano eseguirsi i lavori, ne` potrà valere titolo di compenso ed indennizzo per non concessa limitazione o sospensione del traffico di una strada o tratto di strada, restando riservata alla Direzione dei Lavori la facoltà di apprezzamento di tale necessità.

I lavori e le somministrazioni appaltati a misura saranno liquidati in base ai prezzi unitari che risultano dall'elenco allegato al presente Capitolato, con la deduzione del ribasso offerto.

Tali prezzi comprendono:

- A) PER I MATERIALI: ogni spesa per la fornitura, trasporti, cali, perdite, sprechi, ecc., nessuna eccettuata, per darli a pie` d'opera in qualsiasi punto del lavoro anche se fuori strada;
- B) PER GLI OPERAI E MEZZI D'OPERA: ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi ed utensili del mestiere nonché le quote per assicurazioni sociali;
- C) PER NOLI: ogni spesa per dare a pie` d'opera i macchinari ed i mezzi d'opera pronti per l'uso;
- D) PER I LAVORI: tutte le spese per i mezzi d'opera provvisorie, nessuna esclusa, e quanto altro occorra per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'Impresa dovrà sostenere a tale scopo.

I prezzi medesimi diminuiti del ribasso offerto e sotto le condizioni tutte del contratto e del presente Capitolato Speciale, si intendono offerti dall'Impresa, in base a calcoli di sua convenienza, a tutto suo rischio, e quindi invariabili durante tutto il periodo dei lavori e delle forniture ed indipendenti da qualsiasi eventualità.

Ai sensi della Legge 11-2-1994 n. 109 art.26 comma 3 per i lavori previsti nel presente contratto non e' ammessa la revisione dei prezzi contrattuali e non si applica il primo comma dell'art.1664 del C.C.

2 RESPONSABILITA' DELL'APPALTATORE

Sara` obbligo dell'Appaltatore di adottare nella esecuzione dei lavori tutti i provvedimenti e le cautele necessari per garantire la vita degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonche` per evitare danni a beni pubblici e privati.

L'impresa e' obbligata agli adempimenti previsti dal Decreto Legislativo n.494 del 14-8-1996 e successive modifiche in attuazione alle direttive CEE 89/391 del 12/6/1989 e 92/57 del 24/6/1992 concernenti le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.

I lavori di cui al presente appalto dovranno essere condotti in conformita' delle disposizioni contenute in "piano di sicurezza" di progetto, che forma parte integrante del contratto di appalto, ai sensi e per gli effetti del D. Lgs.vo 494/96.

L'impresa appaltatrice DICHIARA di avere approfondita conoscenza e motivata convinzione della buona formulazione del piano di sicurezza.

L'impresa dovra' nominare un proprio RESPONSABILE TECNICO ABILITATO PER LA SICUREZZA, che puo' coincidere con in direttore di Cantiere, per recepire ed attuare tutte le disposizioni normative in materia derivanti dal piano di sicurezza e quelle IMPARTITE DAL COORDINATORE PER L'ESECUZIONE.

Il Responsabile della sicurezza dell'impresa dovra' ammettere in cantiere esclusivamente i lavoratori ed i visitatori che si attengono alle prescrizioni impartite.

Viene esplicitamente convenuto che il coordinatore per l'Esecuzione dei lavori potra' richiedere il "piano particolare di sicurezza" per le lavorazioni ritenute di particolare rischio; la redazione di tale piano resta, per patto espresso, a carico dell'impresa Appaltatrice.

In caso di inottemperanza a qualsivoglia obbligo precisato nel Piano di sicurezza e Coordinamento per l'Esecuzione, l'impresa dovra' ottemperare entro il limite indicato, alle disposizioni che riceverà al riguardo.

Qualora, inoltre, il Coordinatore per l'Esecuzione disponga, ai sensi dell'art.5 comma lett. f) del D.Lgs.vo 494/96 la sospensione di lavorazioni eseguite senza le necessarie predisposizioni prescritte dal Piano di Sicurezza e Coordinamento, cio' non costituirà titolo per l'impresa a richiedere proroghe alla scadenza contrattuale essendo imputabile a fatto e colpa dell'impresa stessa.

In caso di mancato positivo riscontro e di perdurante inosservanza della disposizione di sicurezza impartita, l'impresa verra' formalmente DIFFIDATA E POSTA IN MORA per gravi e/o ripetute violazioni della sicurezza, che costituiscono causa di risoluzione del contratto ai sensi dell'art.31 della legge 216/05 e successiva 415/98.

L'impresa conviene con l'Ente Appaltante che, nelle more dell'emissione del Regolamento citato dalla Legge 415/98, Coordinatore per l'Esecuzione stabilisce quali violazioni della sicurezza determinano la risoluzione del contratto e si impegna a risarcire l'Ente Appaltante di ogni danno derivante da tale circostanza, senza opporre eccezioni, a qualsiasi titolo, in ordine alla rescissione.

Per lo svolgimento dei lavori in oggetto del presente Capitolato Speciale di Appalto l'Impresa quale datore di lavoro e' obbligata nei riguardi dei propri dipendenti all'osservanza delle norme stabilite dal D.L. 19-9-1994 n.626 riguardante l'attuazione delle direttive CEE n.89/391, 89/654, 89/655, 89/656, 90/269, 90/270, 90/394, e 90/679 riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.

Il datore di lavoro deve comunicare prima dell'inizio dei lavori il nominativo delle persone responsabili del servizio di prevenzione e salute sul luogo di lavoro.

Egli sia che svolga direttamente i compiti propri del servizio di prevenzione sia che abbia designato responsabili, deve trasmettere, sempre prima dell'inizio dei lavori, copia conforme della dichiarazione attestante il possesso di attitudini e le capacita' adeguate di svolgimento dei compiti di prevenzione e protezione dai rischi corredata da copia di attestazione di frequenza del corso di formazione.

Resta convenuto che, qualora per mancanza, insufficienza od inadempienza di segnalazioni nei lavori, in relazione alle prescrizioni del Nuovo Codice della Strada e dal relativo Regolamento di esecuzione, già citati, che interessano o limitano la zona riservata al traffico dei veicoli e dei pedoni, dovessero verificarsi danni alle persone o alle cose, l'Impresa terra` sollevata ed indenne l'Ente Appaltante ed il personale da essa dipendente da qualsiasi pretesa o molestia, anche giudiziaria, che potesse provenirle da terzi e provvederà a suo carico al completo risarcimento dei danni che si fossero verificati.

Sino che non sia intervenuta, con esito favorevole, il collaudo ovvero la visita per il certificato di regolare esecuzione delle opere la manutenzione delle opere stesse verra' tenuta a cura e spese dell'Impresa.

Questa, anche in presenza del traffico esistente sulla strada, eseguirà la manutenzione portando il minimo possibile turbamento al traffico medesimo, provvedendo a tutte le segnalazioni provvisorie necessarie alla sicurezza del traffico, osservando sia le disposizioni di legge, sia le prescrizioni che dovesse dare l'Ente Appaltante, per gli oneri che ne derivassero essa Impresa non avra' alcun diritto a risarcimento o rimborso.

L'Impresa sara' responsabile, in sede civile e penale, dell'osservanza di tutto quanto specificato in questo articolo.

Per tutto il periodo corrente tra l'esecuzione il collaudo o la predetta visita, e salvo le maggiori responsabilita' sancite dall'art.1669 del C.C. sara' garante delle opere eseguite, restando a suo esclusivo carico le riparazioni, sostituzioni e ripristini che si rendessero necessari.

Durante detto periodo l'Impresa curerà la manutenzione tempestivamente e con ogni cautela, provvedendo, di volta in volta, alle riparazioni necessarie senza interrompere il traffico e senza che occorran particolari inviti da parte della Direzione Lavori, ed, eventualmente a richiesta insindacabile di questa, mediante lavoro notturno.

Ove l'Impresa non provvedesse nei termini prescritti dalla Direzione dei Lavori con invito scritto, si procederà di Ufficio, e la spesa andrà a debito dell'Impresa stessa.

Per ragioni particolari di stagione, sia per altre cause, potrà essere concesso all'Impresa di procedere alle riparazioni con provvedimenti di carattere provvisorio, salvo a provvedere alle riparazioni definitive, appena possibile.

Qualora, nel periodo compreso tra l'ultimazione dei lavori il collaudo o la predetta visita si verificassero delle variazioni, ammaloramenti per fatto estraneo alla buona esecuzione delle opere eseguite dall'Impresa questa ha l'obbligo di notificare dette variazioni od ammaloramenti all'Amministrazione entro cinque giorni dal loro verificarsi, affinché la stessa possa procedere tempestivamente, alle necessarie constatazioni.

All'atto del collaudo o della predetta visita, i lavori dovranno apparire in stato di ottima conservazione.

Quando i rifacimenti manutentori apportati dall'Impresa nel periodo in cui la manutenzione è stata a suo carico, ammontino complessivamente, all'atto della visita, a più di un decimo dell'importo, l'Ente Appaltante potrà rifiutare la regolare esecuzione dell'intera estensione della medesima, riservandosi la richiesta dei danni conseguenti.

3 QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

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.

Nel caso di un utilizzo di tipo sperimentale di materiali migliorativi finalizzati alla sicurezza, questi dovranno comunque risultare conformi ai valori minimi richiesti dalle leggi e/o regolamenti vigenti. Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 21 del Capitolato Generale.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla D.L. I materiali provveranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra. 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; 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.

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati:

3.1 - Segnaletica verticale

Tutti i segnali devono essere rispondenti ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16 Dicembre 1992 n.495 e successive modifiche di cui al D.P.R. n.610 del 16/9/96 ed in ogni caso alle norme in vigore al momento dell'esecuzione dei lavori.

Dovrà essere attestata la conformità delle proprie attrezzature o di quelle in possesso della ditta che provvederà alla costruzione dei segnali, come prescritto dall'art.194 del D.P.R. 495 del 16-12-1992.

Le prescrizioni tecniche relative alle pellicole rifrangenti si intendono soddisfatte qualora i materiali forniti dalla ditta produttrice risultino sopportare, con esito positivo, tutte le analisi e prove di laboratorio prescritte nel paragrafo **PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO E FORNITURE** le certificazioni delle pellicole dovranno essere quindi interamente conformi a quanto previsto nel succitato articolo.

3.2 - Segnaletica orizzontale

Le segnalazioni orizzontali saranno costituite da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri segni come indicato all'art. 40 del nuovo Codice della Strada ed all'art.137 del Regolamento di attuazione.

3.3 – Acqua

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruro o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate.

3.4 - Leganti idraulici

Dovranno corrispondere alle caratteristiche tecniche ed ai requisiti dei leganti idraulici di cui alla legge 26 maggio 1965 n. 595, come richiamato dal Decreto Ministeriale 9/1/1996.

3.5 - Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per opere murarie (da impiegarsi nella formazione di conglomerati cementizi)

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 9/1/1996 per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale. Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

3.6 - Materiali ferrosi

Saranno esenti da scorte, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

Essi dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 9/1/1996 in applicazione all'art.21 della Legge 5.11.1971 n.1086.

3.7 – Pellicole

Le pellicole retroriflettenti dovranno possedere i livelli minimi di qualità secondo quanto indicato dal disciplinare tecnico approvato con D.M. 31/3/1995.

3.8 – Pitture (vernici)

Saranno del tipo rifrangente premiscelato contenente sfere di vetro inserite durante il processo di fabbricazione.

4 PROVE DEI MATERIALI

4.1 – Certificati

Per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (pellicole, semilavorati in ferro ed in alluminio, catadiottri, vernici, ecc.) prescritti dal presente Capitolato Speciale, l'Impresa dovrà esibire prima dell'impiego al Direttore dei Lavori per ogni categoria di lavoro, i relativi certificati di qualità ed altri certificati rilasciati da un Laboratorio Ufficiale che verranno richiesti dal Direttore stesso.

Tali certificati dovranno contenere i dati relativi alla provenienza ed alla individuazione dei singoli materiali o 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.

4.2 - Prove dei materiali

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

I campioni 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.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in idoneo luogo, previa apposizione di sigillo o firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

5 PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO E FORNITURE

Per regola generale nell'esecuzione dei lavori e delle forniture l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte nonché alle prescrizioni che di seguito vengono date per le principali categorie di lavori.

Per tutte le categorie di lavori e quindi anche per quelle relativamente alle quali non si trovino prescritte speciali norme, l'Impresa dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica e dalla normativa vigente attenendosi 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. In particolare l'Impresa per le forniture dei segnali dovrà attenersi a quanto previsto dall'art.45 comma 8 del Nuovo Codice della Strada e Art.194 del relativo Regolamento di esecuzione e di attuazione.

6 MOVIMENTI DI TERRE - SCAVI IN GENERE

Gli scavi occorrenti per la formazione dei basamenti di fondazione saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni, salvo le eventuali variazioni che l'Amministrazione appaltante è in facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'impresa ogni onere proprio di tali generi di lavori, non escluso quello di eventuali sbadacchiature e puntellature, essendosi di tutto tenuto conto nel fissare i corrispondenti prezzi unitari. Nel caso che, a giudizio della Direzione dei Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa potrà ricorrere all'impiego di mezzi meccanici.

Dovrà essere usata ogni cura nel sagomare esattamente i fossi, nell'appianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada. Nell'esecuzione degli scavi l'Impresa è tenuto ad effettuare a propria cura e spese l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sia sui terreni da scavare. Dovrà essere usata ogni cura nel risagomare i fossi, sistemare le banchine, riconfigurare le scarpate che venissero manomesse durante i lavori di esecuzione delle fondazioni dei segnali, eventualmente anche con apporto di nuovo materiale arido. Tali oneri si intendono compensati con i prezzi di elenco relativi ai movimenti di materie.

6.1 Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento si intendono quelli occorrenti per spianamento del terreno, per taglio di scarpate delle trincee o di rilevati praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del piano di campagna lungo il perimetro dello scavo ed aperti lateralmente almeno da una parte.

Questo piano sarà determinato con riferimento all'intera area di fondazione dell'opera.

6.2 Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione si intendono quelli relativi all'impianto di opere murarie e che risultino al di sotto del piano di sbancamento, chiusi tra pareti verticali riproducenti il perimetro della fondazione dell'opera.

Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale e sagomato a gradini con leggera pendenza verso monte per quelle opere che cadono sopra falde inclinate. Gli scavi di fondazione saranno di norma eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbadacchiature, il quale onere resta compensato nel relativo prezzo dello scavo, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose ed all'opera, per smottamenti o franamenti del cavo.

7 CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI ED ARMATI

7.1 Generalità

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5 novembre 1971, n.1086, "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" nonché delle Norme Tecniche successivamente emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta Legge.

Tutte le opere in conglomerato cementizio necessarie per l'esecuzione di blocchi di fondazione dei segnali incluse nell'appalto, saranno eseguite in base ai calcoli statici ed alle verifiche che l'Impresa avrà provveduto ad effettuare, nei termini di tempo fissati dalla D.L.L'esame e la verifica da parte della Direzione Lavori dei progetti delle opere, non esonera in alcun modo l'Impresa dalla responsabilità derivante per legge e per pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione Lavori, l'Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere a termini di Legge; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualsiasi natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

7.2 Componenti

Cemento, inerti, acqua. I componenti impiegati per la confezione dei conglomerati cementizi devono corrispondere ai requisiti prescritti dalle Leggi vigenti.

7.3 Resistenza dei calcestruzzi

Per la determinazione delle resistenze caratteristiche a compressione dei calcestruzzi e per il controllo di qualità del conglomerato dovranno essere seguite le norme del D.M. 9/1/1996 - allegato 2.

Tutti gli oneri relativi alle prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a totale carico dell'Impresa.

Qualora dalle prove eseguite risultasse un valore della R_{ck} inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla D.L. l'Impresa dovrà presentare, a sua cura e spese, una relazione supplementare nella quale dimostri che, fermo restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la R_{ck} è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di Legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla D.L., il calcestruzzo verrà contabilizzato con la classe alla quale risulterà appartenere la relativa R_{ck}.

Nel caso che la R_{ck} non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera, oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dalla D.L.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la R_{ck} risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni approvati dalla Direzione dei Lavori.

7.4 Posa in opera

Il conglomerato cementizio deve essere posto in opera ed assestato con ogni cura in modo che le superfici dei getti, dopo la sformatura, dovranno risultare perfettamente piane, senza gobbosità, incavi, cavernosità, sbavature od irregolarità di sorta, tali comunque da non richiedere alcun tipo di intonaco, né tantomeno spianamenti o rinzaffi.

L'addensamento in opera deve essere eseguito, per tutte le classi di conglomerato cementizio, mediante vibrazioni ad alta frequenza, i getti saranno eseguiti a strati orizzontali di altezza limitata e comunque non superiore ai cm. 50, resi dopo la vibrazione.

Le interruzioni e le riprese dei getti devono essere curate con diligenza scrupolosa ed in ogni caso devono essere evitate nei punti più sollecitati.

Tra le successive riprese di getto, non si dovranno avere distacchi, o discontinuità e la ripresa deve essere effettuata solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e ripresa con malta liquida dosata a q_l 6 di cemento per ogni mc di sabbia.

8 CASSEFORME, ARMATURE

Per l'esecuzione di tali opere provvisorie, sia verticale che orizzontale, l'Impresa potrà adottare il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché soddisfino alle condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

L'Impresa è tenuta ad osservare, nella progettazione ed esecuzione delle armature, le norme ed i vincoli che fossero imposti dagli Enti e personale responsabili, circa il rispetto di particolari impianti o manufatti esistenti nella zona interessata dalla nuova costruzione.

Le operazioni di disarmo saranno effettuate secondo le norme contenute nel D.M. 9.1.1996.

9 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

9.1 Generalità

Gli acciai per armature di c.a. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n.1086 (D.M. 9.1.1996).

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dallo stesso D.M. 9.1.1996.

10 ACCIAI PER CEMENTO ARMATO NORMALE

10.1 Barre tonde lisce - FE b22k – FE b32k

1.- Barre non controllate in stabilimento.

Tutte le partite di barre tonde lisce verranno sottoposte a controllo in cantiere.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa ed inviati a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa ad un Laboratorio ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera di ciascuna partita soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 9.1.1996.

10.2 Barre ad aderenza migliorata - FE b38k – FE b44k.

1.- Barre non controllate in stabilimento

Si procederà al controllo in cantiere con le stesse modalità, oneri e prescrizioni di cui al precedente punto a)-1.

2.- Barre controllate in stabilimento

È facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo in cantiere anche le barre controllate in stabilimento.

Anche in questo caso i campioni verranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa ed inviati a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa ad un Laboratorio ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 9.1.1996.

11 SEGNALETICA VERTICALE

Tutti i segnali circolari, triangolari, targhe, frecce, nonche' i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere costruiti e realizzati sotto la completa responsabilità dell'Impresa, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 Km/ora.

11.1 Pellicole

11.1.1 Generalità

Tutte le imprese di segnaletica stradale verticale devono attenersi alle seguenti prescrizioni.

11.1.1.1 Disciplinare Tecnico sulla modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali approvato con D.M. LL.PP. 31.3.1995.

11.1.1.2 Certificazioni di qualità rilasciate da organismi accreditati secondo le norme UNI EN 45000, sulla base delle norme europee della serie UNI EN 9000, al produttore delle pellicole retroriflettenti che si intendono utilizzare per la fornitura.

Le copie delle certificazioni dovranno essere identificate, a cura del produttore delle pellicole stesse, con gli estremi della ditta partecipante, nonché dalla data di rilascio della copia non antecedente alla data della lettera di invito alla presente gara e da un numero di individuazione.

11.1.1.3 Le presenti norme contengono le caratteristiche colorimetriche, fotometriche e tecnologiche cui devono rispondere le pellicole retroriflettenti e le relative metodologie di prova alle quali devono essere sottoposte per poter essere utilizzate nella realizzazione della segnaletica stradale.

I certificati riguardanti le pellicole dovranno essere conformi esclusivamente al succitato disciplinare tecnico.

In particolari situazioni, al fine di implementare le condizioni di sicurezza sulla strada, si potranno richiedere pellicole con caratteristiche tecnologiche superiori ai minimi imposti dal disciplinare D.M. 31.03.95 solo in un regime di sperimentazione autorizzata, così come richiamato al Capitolo 4 del "Manuale Tecnico della Segnaletica Stradale" dell'ANAS redatto dal Gruppo Tecnico per la Sicurezza Stradale.

11.1.1.4 Certificazione di conformità dei segnali finiti ai sensi delle circolari n.3652 del 17.06.98 e n.1344 del 11.03.99 e successive modifiche.

11.1.2 Accertamento dei livelli di qualità

Le caratteristiche delle pellicole retroriflettenti devono essere verificate esclusivamente attraverso prove da eseguire presso uno dei seguenti laboratori:

- Istituto elettrotecnico nazionale Galileo Ferraris - Torino;
- Istituto sperimentale delle Ferrovie dello Stato S.p.A. - Roma;
- Stazione sperimentale per le industrie degli oli e dei grassi - Milano;
- Centro sperimentale ANAS - Cesano (Roma);
- Centro superiore ricerche, prove e dispositivi della M.C.T.C. del Ministero dei Trasporti - Roma;
- Centro prova autoveicoli - Via Marco Ulpio Traiano, 40 Milano;

- Laboratorio prove materiali della Societa' Autostrade - Fiano Romano;
- Istituto di ingegneria dell'Universita' di Genova;
- Laboratori ufficialmente riconosciuti di altri Stati membri della Comunita' Europea;
- Altri laboratori accreditati SINAL per le prove previste dal disciplinare tecnico 31/3/1995.

I produttori delle pellicole retroriflettenti e degli inchiostri idonei alla stampa serigrafica delle stesse, o le persone giuridiche o loro legali rappresentanti, per poter accedere all'accertamento dei livelli di qualita' presso il laboratorio prescelto, dovranno allegare alla domanda una dichiarazione autenticata che i campioni consegnati per le prove derivano da materiale di loro ordinaria produzione dovra' accertarsi della esistenza e regolarita' di tale dichiarazione e allegarne copia al certificato di conformita' delle pellicole retroriflettenti di cui costituiscono parte integrante. I produttori delle pellicole retroriflettenti devono tenere a disposizione di qualsiasi ente interessato i certificati di conformita' delle stesse rilasciati da uno dei laboratori sopra indicati.

Inoltre gli stessi produttori devono rilasciare agli acquirenti una dichiarazione che i prodotti commercializzati corrispondono, per caratteristiche e qualita' ai campioni sottoposti a prove.

La certificazione, la cui data di rilascio non deve essere anteriore di oltre cinque anni, deve essere presentata nella sua stesura integrale; in essa tutte le prove devono essere chiaramente e dettagliatamente specificate e deve essere dichiarato che le singole prove sono state eseguite per l'intero ciclo sui medesimi campioni.

Il certificato di conformita' dovra' essere riferito, oltre alle pellicole retroriflettenti colorate in origine, alle stesse pellicole serigrafate in tutte le combinazioni dei colori standard previste dal regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada.

Il tipo di inchiostro utilizzato dovra' essere inoltre esplicitamente dichiarato.

Dalle certificazioni dovra' risultare la rispondenza alle caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste dal presente disciplinare tecnico ed il superamento delle prove tecnologiche in esso elencate.

Il Ministero dei lavori pubblici - Ispettorato Generale per la circolazione e la sicurezza stradale - ha la facolta' di accertare in qualsiasi momento che le pellicole retroriflettenti corrispondano alle certificazioni di conformita' presentate dal produttore delle pellicole.

Ove dagli accertamenti effettuati dovessero risultare valori inferiori ai minimi prescritti o prove tecnologiche non superate, il Ministero dei Lavori Pubblici provvedera' a darne comunicazione a tutti gli enti interessati.

11.1.3 Definizioni

11.1.3.1. Pellicola di classe 1

A normale risposta luminosa con durata di 7 anni. La pellicola nuova deve avere un coefficiente areico di intensita' luminosa (R') rispondente ai valori minimi prescritti nella tabella II del paragrafo 4.2. e deve mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle medio condizioni ambientali d'uso.

Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche di cui alla tabella I del paragrafo 4.1.1. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni. Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retroriflettenti di classe 1.

11.1.3.2. Pellicola di classe 2

Ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni. La pellicola deve avere un coefficiente areico di intensita' luminosa rispondente ai valori minimi prescritti nella tab. III del paragrafo 4.2.1 e deve mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione all'esterno nelle medio condizioni ambientali d'uso. Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche di cui alla tabella I del paragrafo 4.1.1. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni. Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retroriflettenti di classe 2.

11.1.3.2a Pellicole sperimentali

Come punto 3.2., aventi caratteristiche prestazionali grandangolari superiori (da utilizzarsi in specifiche situazioni stradali di tipo sperimentale), come previsto nel Capitolo 4 del "Manuale Tecnico della Segnaletica Stradale" dell'ANAS redatto dal Gruppo Tecnico della Sicurezza Stradale ed al paragrafo 4.2.1 Tabella IV al presente Capitolato.

11.1.3.3 Pellicole stampate

Gli inchiostri trasparenti e coprenti utilizzati per la stampa serigrafica delle pellicole retroriflettenti devono presentare la stessa resistenza agli agenti atmosferici delle pellicole. Le Ditte costruttrici dei segnali dovranno garantire la conformita' della stampa serigrafica alle prescrizioni della ditta produttrice della pellicola retroriflettente.

I colori stampati sulle pellicole di classe 1 e di classe 2 devono mantenere le stesse caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste rispettivamente ai paragrafi 4.1 e 4.2.

11.1.3.4 Pellicole di tipo A

Pellicole retroriflettenti termoadesive. Private del foglio protettivo dell'adesivo, si applicano a caldo e sottovuoto sui supporti per la segnaletica stradale.

11.1.3.5 Pellicole di tipo B

Pellicole retroriflettenti autoadesive. Private del foglio protettivo dell'adesivo, si applicano mediante pressione manuale ovvero con attrezzature idonee sui supporti per la segnaletica stradale.

11.1.3.6 Limite colorimetrico

Linea (retta) nel diagramma di cromaticità (C.I.E. 45.15.200) che separa l'area di cromaticità consentita da quella non consentita.

11.1.3.7 Fattore di luminanza

Rapporto tra la luminanza della superficie e quella di un diffusore perfetto per riflessione illuminato nelle stesse condizioni (C.I.E. 45.20.200).

11.1.3.8 Coefficiente areico di intensità luminosa

Quoziente che si ottiene dividendo l'intensità luminosa (I) del materiale retroriflettente nella direzione di osservazione per il prodotto dell'illuminamento (E1) sulla superficie retroriflettente (misurato su un piano ortogonale alla direzione della luce incidente) e della sua area (A).

$$I$$

Simbolo: R'; R' = -----

$$(E1) \times A$$

Unità di misura: cd / lux x m²

11.1.3.9 Angolo di divergenza

Angolo compreso tra la direzione della luce incidente e la direzione secondo la quale si osserva la pellicola retroriflettente.

11.1.3.10 Angolo di illuminazione

Angolo compreso tra la direzione della luce incidente e la normale alla pellicola retroriflettente.

11.1.4 Caratteristiche colorimetriche, fotometriche e metodologie di misura

11.1.4.1 Coordinate tricromatiche e fattore di luminanza

11.1.4.1.1 Prescrizioni

Le coordinate tricromatiche dei colori da impiegare nel segnalamento stradale devono rientrare nelle zone consentite nel diagramma colorimetrico standard C.I.E. 1931. Il fattore di luminanza non deve essere inferiore al valore minimo prescritto nella seguente tab. I., ad eccezione del colore nero il cui valore costituisce un massimo.

TAB. I - Coordinate colorimetriche valide per le pellicole di classe 1 e 2.

| COLORE | Coordinate dei 4 punti che delimitano le zone consentite nel diagramma colorimetrico C.I.E. 1931 (illuminante normalizzato D65, geometria 45/0) | | | | Fattore di luminanza minimo | |
|----------|---|-------|-------|-------|-----------------------------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | CL.1 | CL.2 |
| BIANCO X | 0,350 | 0,300 | 0,285 | 0,335 | ≥0,35 | ≥0,27 |
| Y | 0,360 | 0,310 | 0,325 | 0,375 | | |
| GIALLO X | 0,545 | 0,487 | 0,427 | 0,465 | ≥0,27 | ≥0,16 |

| | | | | | | |
|---------|---|-------|-------|-------|-------|-------------------------|
| | Y | 0,454 | 0,423 | 0,483 | 0,534 | |
| ROSSO | X | 0,690 | 0,595 | 0,569 | 0,655 | $\geq 0,03$ |
| | Y | 0,310 | 0,315 | 0,341 | 0,345 | |
| VERDE | X | 0,007 | 0,248 | 0,177 | 0,026 | $\geq 0,03$ |
| | Y | 0,703 | 0,409 | 0,362 | 0,399 | |
| BLU | X | 0,078 | 0,150 | 0,210 | 0,137 | $\geq 0,01$ |
| | Y | 0,171 | 0,220 | 0,160 | 0,038 | |
| ARANC. | X | 0,610 | 0,535 | 0,506 | 0,570 | $\geq 0,15$ |
| | Y | 0,390 | 0,375 | 0,404 | 0,429 | |
| MARRON. | X | 0,455 | 0,523 | 0,479 | 0,588 | $0,03 \leq B \leq 0,09$ |
| | Y | 0,397 | 0,429 | 0,373 | 0,394 | |
| GRIGIO | X | 0,350 | 0,300 | 0,285 | 0,335 | $0,12 \leq B \leq 0,18$ |
| | Y | 0,360 | 0,310 | 0,325 | 0,375 | |
| NERO | X | | | | | $\leq 0,03$ |
| | Y | | | | | |

11.1.4.1.2 Metodologia di prova

La misura delle coordinate tricromatiche e del fattore di luminanza deve essere effettuata secondo quanto specificato nella pubblicazione C.I.E. n.15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il materiale si intende illuminato con luce diurna così come rappresentata dall'illuminante normalizzato D65 (C.I.E. 45.15.145) ad un angolo di 45 gradi rispetto alla normale alla superficie, mentre l'osservazione va effettuata nella direzione della normale (geometria 45/0).

La misura consiste nel rilievo del fattore di radianza spettrale nel campo 380:780 mm, da effettuare mediante uno spettrofotometro che consenta la geometria prescritta.

La misura delle coordinate tricromatiche e del fattore di luminanza viene effettuata su due provini della pellicola retroriflettente allo stato tal quale (nuova) e su provini sottoposti alle prove di cui ai par. 5.5, 5.6, 5.8, 5.9 e 5.10.

11.1.4.2 Coefficiente areico di intensità luminosa

11.1.4.2.1 Prescrizioni

Il coefficiente areico di intensità luminosa non deve essere inferiore, per i vari colori ed i vari angoli di divergenza e di illuminazione, ai valori prescritti nella seguente tab. II per le pellicole retroriflettenti di Classe 1, e nella tab. III per le pellicole retroriflettenti di Classe 2.

Colori ottenuti con stampa serigrafica sul colore:

TAB. II - Pellicole di Classe 1 a normale risposta luminosa

| ANGOLI | | VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA (cd.lux/-1 . m/-2) | | | | | | |
|--------|-----|---|--------|-------|-------|-----|---------|---------|
| Div. | I11 | BIANCO | GIALLO | ROSSO | VERDE | BLU | ARANCIO | MARRONE |
| 12' | 5° | 70 | 50 | 14,5 | 9 | 4 | 25 | 1,0 |
| | 30° | 30 | 22 | 6 | 3,5 | 1,7 | 10 | 0,3 |
| | 40° | 10 | 7 | 2 | 1,5 | 0,5 | 2,2 | 0,1 |
| 20' | 5° | 50 | 35 | 10 | 7 | 2 | 20 | 0,6 |
| | 30° | 24 | 16 | 4 | 3 | 1 | 8 | 0,2 |
| | 40° | 9 | 6 | 1,8 | 1,2 | 0,1 | 2,2 | 0,1 |
| 2° | 5° | 5 | 3 | 1,0 | 0,5 | 0,1 | 1,2 | 0,1 |
| | 30° | 2,5 | 1,5 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 0,5 | 0,1 |
| | 40° | 1,5 | 1,0 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |

TAB. III - Pellicole di Classe 2 ad alta risposta luminosa

| ANGOLI | | VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA (cd.lux/-1 . m/-2) | | | | | | |
|--------|-----|---|--------|-------|-------|-----|---------|---------|
| Div. | I11 | BIANCO | GIALLO | ROSSO | VERDE | BLU | ARANCIO | MARRONE |
| | 5° | 250 | 170 | 45 | 45 | 20 | 100 | 12 |
| 12' | 30° | 150 | 100 | 25 | 25 | 11 | 60 | 8,5 |
| | 40° | 110 | 70 | 15 | 12 | 8 | 29 | 5 |
| 20' | 5° | 180 | 120 | 25 | 21 | 14 | 65 | 8 |
| | 30° | 100 | 70 | 14 | 12 | 8 | 40 | 5 |
| | 40° | 95 | 60 | 13 | 11 | 7 | 20 | 3 |
| 2° | 5° | 5 | 3 | 1,0 | 0,5 | 0,2 | 1,5 | 0,2 |
| | 30° | 2,5 | 1,5 | 0,4 | 0,3 | 0,1 | 1,0 | 0,1 |
| | 40° | 1,5 | 1,0 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 1,0 | 0,1 |

Per applicazioni di tipo sperimentale, nel caso di utilizzo di pellicole di classe 2 ad alta risposta luminosa grandangolare, devono essere sempre rispettati i valori minimi indicati nella citata tabella III, nonché, come indicato nel Manuale Tecnico della Segnaletica Stradale dell'Ente, devono essere garantiti gli ulteriori valori minimi, ad angolazioni diverse, come di seguito riportati nella TAB. IV.

TAB. IV Pellicola di Classe 2 sperimentale ad alta risposta luminosa grandangolare

| ANG. DIVERG | ANG. ILLUM. | 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° | 10 | 8 | 2,5 | 1 | 0,5 |
| | 40° | 5 | 4,5 | 1,5 | 0,5 | 0,25 |

Per un corretto uso delle suddette pellicole non si può prescindere da una seria preparazione dei documenti tecnici ed, al riguardo, la ditta aggiudicataria, oltre alle indicazioni menzionate, dovrà rispettare anche le seguenti ulteriori prescrizioni:

- dovrà essere prodotto per le pellicole un rapporto di prova, rilasciato da uno dei Laboratori di cui al D.M. 31/3/1995, attestante che le pellicole retroriflettenti soddisfino i requisiti della tabella sopra menzionata, unitamente alla certificazione di conformità di Classe 2 prevista dallo stesso D.M. 31/3/1995;
- potrà essere richiesto che tali pellicole siano dotate anche di un sistema anticondensa che, oltre alle caratteristiche fotometriche e prestazionali di cui sopra, dovranno essere tali da evitare la formazione di condensa sul segnale durante l'arco delle ventiquattrore. Detta caratteristica è definita da un angolo di contatto delle gocce d'acqua sul segnale stesso non superiore a circa $20^\circ \pm 2^\circ$ e misurata con gli stessi strumenti utilizzati nella misura delle tensioni superficiali "Krus" con acqua distillata ed alla temperatura di 22° . Tale misura dovrà essere condotta su segnali installati all'aperto in esposizione verticale nelle stesse condizioni di posa in opera. In ogni caso tali caratteristiche dovranno essere attestate nel rapporto di prova di cui sopra unitamente ad una relazione tecnica, relativa alla valutazione della effettiva proprietà anticondensa, rilasciata da un laboratorio di cui al D.M. 31/3/95.

Infine, un riguardo particolare deve essere rivolto alle fasi di montaggio del supporto del segnale: la necessità di precisione nell'orientazione delle pellicole è infatti sempre correlata alla loro risposta luminosa e facilmente si può determinare la caduta delle caratteristiche prestazionali. Un'attenzione specifica deve essere quindi rivolta dal direttore dei lavori alla posa in opera di questi materiali.

11.1.4.2.2 Condizioni di prova

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa deve essere effettuata secondo le raccomandazioni contenute nella pubblicazione C.I.E. n.54 con illuminante normalizzato A (2856K).

Per la misura del coefficiente areico di intensità luminosa devono essere considerate:

- la misura dell'area della superficie utile del campione $d/2$;
- la misura dell'illuminamento $E/1$ in corrispondenza del campione;
- la misura dell'illuminamento E_r su rivelatore per ottenere l'intensità luminosa emessa dal campione mediante la relazione:

$$I = E_r \cdot d$$

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa viene effettuata su due provini della pellicola retroriflettente allo stato tal quale (nuova) e su provini sottoposti alle prove di cui ai paragrafi 5.5, 5.6, 5.8, 5.9 e 5.10.

11.1.5 Caratteristiche tecnologiche e metodologiche di prova

11.1.5.1 Condizioni di prova

Le prove devono essere iniziate dopo un condizionamento minimo di 24 ore alla temperatura di 23 ± 2 gradi C e $50 \pm 5\%$ di umidità relativa. Le prove di resistenza devono essere effettuate su provini sigillati con un prodotto idoneo.

11.1.5.2 Spessore, incluso l'adesivo

11.5.5.2.1 Prescrizioni

Classe 1 non superiore a mm. 0,25

Classe 2 non superiore a mm. 0,30

11.1.5.2.2 Metodologia di prova

Un pezzo di pellicola retroriflettente, delle dimensioni di circa mm. 150x150 dal quale sia stato rimosso il foglio protettivo dell'adesivo, viene applicato su una lamiera di alluminio, il cui spessore è stato precedentemente misurato con un micrometro.

Si effettuano quindi almeno 3 determinazioni in zone differenti dello spessore complessivo della lamiera e della pellicola, utilizzando lo stesso micrometro.

La media delle differenze tra lo spessore complessivo e quello della sola lamiera rappresenta lo spessore medio della pellicola.

11.1.5.3 Adesivita'

11.1.5.3.1 Prescrizioni

Le pellicole retroriflettenti sia di tipo A sia di tipo B devono aderire perfettamente ai supporti su cui sono applicate e non dare segni di distacco per il periodo di vita utile della pellicola.

11.1.5.3.2 Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio di circa mm 60x120 si applica, secondo le indicazioni della ditta produttrice della pellicola, un pezzo della pellicola retroriflettente da sottoporre alla prova di circa mm.20x40.

Dopo aver condizionato i provini secondo quanto indicato al paragrafo 5.4. si rimuovono circa cm 2 lineari di pellicola con l'aiuto di un bisturi o di una lametta.

Si tenta di rimuovere quindi i rimanenti cm 2 lineari di pellicola manualmente, senza l'aiuto di attrezzatura alcuna.

La prova si considera superata positivamente:

- se nonostante l'aiuto di un bisturi o di una lametta non risulta possibile la rimozione dei primi cm 2 lineari di pellicola;
- se la rimozione manuale senza aiuto di attrezzatura provoca la rottura, anche parziale, della pellicola;

11.1.5.4 Flessibilita'

11.1.5.4.1 Prescrizioni

Al termine delle prove le pellicole retroriflettenti, sia di classe 1 che di classe 2, non devono mostrare fessurazioni superficiali o profonde.

11.1.5.4.2 Metodologie di prova

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm 60x120x0,5 si applica la pellicola retroriflettente da sottoporre alla prova.

Trascorse 48 ore dall'applicazione, ogni pannello in 15 secondi viene impiegato a 9° su un mandrino del diametro di 10 mm per le pellicole di classe 1 e di 20 mm per le pellicole di classe 2; nella piegatura la superficie catadiottrica deve trovarsi all'esterno.

La prova si considera positiva se la pellicola non si rompe nella zona del piegamento per nessuno dei provini.

11.1.5.5 Resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale

11.1.5.5.1 Prescrizioni

Al termine della prova di 1.000 ore per la pellicola di Classe 1 e di 2.200 ore per quella di Classe 2 (500 ore per il colore arancio), le pellicole retroriflettenti non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacchi). Inoltre, le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tab. I ed il coefficiente areico di intensita' luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° e ad un angolo di illuminazione di 5°, non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

11.1.5.5.2 Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio si applica un pezzo di pellicola avente dimensioni di mm 90 x 90.

Eventualmente possono anche essere utilizzate dimensioni diverse a seconda delle caratteristiche costruttive delle attrezzature di prova. L'area del pannello non deve pero' essere inferiore a mm 50x50.

Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al punto 5.1. i provini vengono sottoposti ad invecchiamento artificiale, in conformita' alla norma ASTM G 26 - 83.

Le modalita' di prova sono le seguenti:

- metodo di prova "A":

esposizione continua alla luce ed esposizione intermittente a spruzzi di acqua;

- ciclo di prova:

102 minuti di luce seguiti da 18 minuti di luce e spruzzi di acqua;

- sorgente luminosa:

lampada allo xenon d 6500 W;

- filtro interno ed esterno in vetro al borosilicato;

- irraggiamento sul campione:

controllato mediante regolazione della potenza della lampada a gradi per la simulazione della distribuzione spettrale relativa di energia della luce diurna lungo tutta la regione attinica;

- temperatura massima in corrispondenza dei provini durante l'esposizione alla sola azione delle radiazioni: 63° +/- 5° (misurata mediante termometro a bulbo nero);

- umidita' relativa: 65+/-5%;

- temperatura dell'acqua all'ingresso dell'apparecchio di spruzzo: 16° +/- 5° C.

Al termine dopo aver lavato con acqua deionizzata i provini ed averli asciugati con un panno morbido, se ne osserva lo stato di conservazione e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Se la prova d'invecchiamento artificiale riguarda pellicole stampate serigraficamente, al termine della prova le zone stampate devono rispettare le prescrizioni fissate al punto 5.5.1. con riferimento ai valori riportati nelle note 2 e 3 alle tabelle II e III.

11.1.5.6 Resistenza alla nebbia salina

11.1.5.6.1 Prescrizioni

Al termine della prova, le pellicole retroriflettenti non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacco), ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tab. I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5°, non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

11.1.5.6.2 Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm.90 x 120 si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 90x120.

Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 5.1, li si sottopone all'azione della nebbia salina, ottenuta da una soluzione acquosa di cloruro di sodio al 5% (5 parti in peso di NaCl in 95 parti di acqua deionizzata), alla temperatura di 35+/-2 gradi C.

La prova è costituita da due cicli di 22 ore, separati da un intervallo di 2 ore a temperatura ambiente, durante il quale i provini si asciugano. Al termine, dopo aver lavato con acqua deionizzata i provini ed averli asciugati con un panno morbido, se ne osserva lo stato di conservazione. Trascorse 24 ore, si controlla una seconda volta lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

11.1.5.7 Resistenza all'impatto

11.1.5.7.1 Prescrizioni

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare segni di rottura o di distacco dal supporto.

11.1.5.7.2 Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm 150x150x0.5 si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 150 x 150. Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 5.1., i provini devono essere appoggiati sui bordi in modo da lasciare un'area libera di mm 100x100. Si sottopone il centro dei provini all'impatto di una biglia di acciaio del diametro non superiore a 51 mm e della massa di 540 g in caduta da un'altezza di 22 cm.

11.1.5.8 Resistenza al calore

11.1.5.8.1 Prescrizioni

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

11.1.5.8.2 Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio, delle dimensioni di mm.15 x 75, si applica un pezzo di pellicola avente anche esso le stesse dimensioni. Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 5.1, li si sottopone in forno alla temperatura di 70° +/- 3° C per 24 ore. Trascorse 2 ore a temperatura ambiente, si osserva lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

11.1.5.9 Resistenza al freddo

11.1.5.9.1 Prescrizioni

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tabella II per le pellicole di classe I;
- 80% dei valori minimi di cui alla tabella III per le pellicole di classe 2.

11.1.5.10 Resistenza ai carburanti

11.1.5.10.1 Prescrizioni

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tabella II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tabella III per le pellicole di classe 2.

11.1.5.10.2 Metodologia di prova

Su due pannelli di alluminio, delle dimensioni di mm 60 x 120, si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 60x120. Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 5.1, i pannelli vengono immersi in una vaschetta di vetro contenente una miscela costituita per il 70% da isotano e per il 30% da toluene.

La prova ha durata di 1 minuto alla temperatura di 23° +/- 1° C. Al termine, i provini vengono tolti dal liquido di prova; si lavano con acqua deionizzata, si asciugano con un panno morbido e se ne osserva lo stato di conservazione. Trascorse 24 ore, si controlla una seconda volta lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

11.1.5.11 Resistenza ai saponi ed ai detersivi neutri

11.1.5.11.1 Prescrizioni

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, fessurazioni, distacchi).

11.1.5.11.2 Metodologie di prova

La prova si esegue come indicato al punto 5.10.2 utilizzando però normali saponi e detersivi neutri disponibili in commercio. Durata della prova: 1 ora alla temperatura di 23° +/- 1° C.

11.1.5.12 Caratteristiche del contrassegno di individuazione

11.1.5.12.1 Prescrizioni

Il contrassegno di individuazione di cui al capitolo 5 deve essere integrato con la struttura interna della pellicola, deve essere inasportabile, non contraffattibile e deve rimanere visibile dopo la prova di resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale.

11.1.5.12.2 Metodologie di prova

11.1.5.12.2.1 Verifica della inasportabilità

Un campione rappresentativo di pellicola, sia di classe 1 che di classe 2, di dimensioni tali da comprendere almeno un contrassegno, deve essere sottoposto ad abrasione mediante un bisturi oppure un raschietto fino all'asportazione parziale dello strato superficiale.

Dopo la prova, il contrassegno deve ancora permanere nella struttura interna della pellicola.

11.1.5.12.2.2 Verifica della non contraffattibilità e della struttura interna del campione.

Un campione rappresentativo deve essere sezionato in corrispondenza del contrassegno ed esaminato al microscopio ottico. Il contrassegno deve essere visibile nella struttura interna della pellicola ed integrato in essa.

11.1.5.12.2.3 Verifica della durata

Dopo la prova di resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale, di cui al paragrafo 5.5., il contrassegno di individuazione deve rimanere ancora visibile.

11.1.6 Individuazione delle pellicole retroriflettenti

11.1.6.1 I produttori delle pellicole retroriflettenti, rispondenti ai requisiti di cui al presente disciplinare, dovranno provvedere a renderle riconoscibili a vista mediante un contrassegno contenente il marchio o il logotipo del fabbricante e la dicitura "7 anni" e "10 anni" rispettivamente per le pellicole di classe 1 e di classe 2.

Le diciture possono anche essere espresse nelle altre lingue della CEE.

I fabbricanti dei segnali stradali dovranno curare, e gli Enti acquirenti accertare, che su ogni porzione di pellicola impiegata per realizzare ciascun segnale compaia, almeno una volta, il suddetto contrassegno.

Non potranno pertanto essere utilizzate per la costruzione di segnali stradali pellicole retroriflettenti a normale e ad alta risposta luminosa sprovviste di tale marchio.

Le analisi e prove da eseguire sui materiali retroriflettenti, così come previste dal presente disciplinare, potranno avere luogo solo previo accertamento della presenza del marchio di individuazione e della sussistenza delle sue caratteristiche, secondo quanto stabilito al paragrafo 5.12 .

11.2 Supporti in lamiera

I segnali saranno costituiti in lamiera di ferro di prima scelta, dello spessore non inferiore a 10/10 di millimetro o in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di millimetro (per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie compresa entro i 5 metri quadrati) e dello spessore di 30/10 di millimetri per targhe superiori ai metri quadrati 5 di superficie.

- Rinforzo perimetrale

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro da una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola delle dimensioni non inferiori a centimetri 1,5;

- Traverse di rinforzo e di collegamento

Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di metri quadrati 1,50, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate ad U dello sviluppo di centimetri 15, saldate al cartello nella misura e della larghezza necessaria.

- Traverse intelaiature

Dove necessario sono prescritte per i cartelli di grandi dimensioni traverse in ferro zincate ad U di collegamento tra i vari sostegni.

Tali traverse dovranno essere complete di staffe d'attacchi a morsetto per il collegamento, con bulloni in acciaio inox nella quantità necessaria, le dimensioni della sezione della traversa saranno di millimetri 50x23, spessore di millimetri 5, e la lunghezza quella prescritta per i singoli cartelli.

La verniciatura di traverse, staffe, attacchi e bulloni dovrà essere eseguita come per i sostegni.

La zincatura delle traverse dovrà essere conforme alle Norme C.E.I. 7 - fascicolo 239 (1968) sul Controllo della zincatura.

- Congiunzioni diverse pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni

Qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli, congiunti, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari anticorodal da millimetri 20x20, spessore millimetri 3, opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini in acciaio inox da 1/4 x 15 sufficienti ad ottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli.

- Trattamento lamiera (preparazione del grezzo e verniciatura)

La lamiera di ferro dovrà essere prima decapata e quindi fosfotizzata mediante procedimento di bondrizzazione al fine di ottenere sulle superfici della lamiera stessa uno strato di cristalli salini protettivi ancorati per la successiva verniciatura.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa anche mediante carteggiatura, sgrassamento a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione e ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

Il grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo.

La cottura della vernice sarà eseguita a forno e dovrà raggiungere una temperatura di 140 gradi.

Il resto e la scatolatura dei cartelli verrà rifinito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico.

11.3 Attacchi

Ad evitare forature tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi standard (per l'adattamento ai sostegni in ferro tubolare diam. mm. 48, 60, 90), ottenuto mediante fissaggio elettrico sul retro di corsoio a "C" della lunghezza minima di 22 centimetri, oppure sarà ricavato (nel caso di cartelli rinforzati e composti di pannelli multipli) direttamente sulle traverse di rinforzo ad U.

Tali attacchi dovranno essere completati da opportune staffe in acciaio zincato corredate di relativa bulloneria pure zincata.

11.4 Sostegni

I sostegni per i segnali verticali, portali esclusi, saranno in ferro tubolare diam mm. 60, 90 chiusi alla sommità e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati conformemente alle norme U.N.I. 5101 e ASTM 123, ed eventualmente verniciati con doppia mano di idonea vernice sintetica opaca in tinta neutra della gradazione prescritta dalla Direzione dei Lavori.

Detti sostegni comprese le staffe di ancoraggio del palo di basamento, dovranno pesare rispettivamente per i due diametri sopra citati non meno di 4,2 e 8,00 Kg/m.

Previ parere della Direzione dei Lavori, il diametro inferiore sarà utilizzato per i cartelli triangolari, circolari e quadrati di superficie inferiore a metri quadrati 0,8, mentre il diametro maggiore sarà utilizzato per i cartelli a maggiore superficie.

Il dimensionamento dei sostegni dei grandi cartelli e la loro eventuale controventatura dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori previo studio e giustificazione tecnica redatta dalla Società cottimista.

11.5 Sostegni a portale

I sostegni a portale del tipo a bandiera, a farfalla e a cavalletto saranno realizzati in lamiera di acciaio zincato a caldo con ritti a sezione variabile a perimetro costante di dimensioni calcolate secondo l'impiego e la superficie di targhe da installare.

La traversa sarà costituita da tubolare a sezione rettangolare o quadra e collegata mediante piastra di idonea misura. La struttura sarà calcolata per resistere alla spinta del vento di 150 km/ora.

I portali saranno ancorati al terreno mediante piastra di base fissata al ritto, da bloccare alla contropiastra in acciaio ad appositi tirafondi annegati nella fondazione in calcestruzzo.

L'altezza minima del piano viabile al bordo inferiore delle targhe è di cm. 550.

La bulloneria sarà in acciaio 8.8 con trattamenti Draconet 320.

11.6 Fondazioni e posa in opera

La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando sostegni su apposito basamento delle dimensioni minime di cm. 30x30x50 di altezza in conglomerato cementizio dosato a quintali 2,5 di cemento tipo 325 per metro cubo di miscela intera granulometricamente corretta.

Il basamento dovrà essere opportunamente aumentato per i cartelli di maggiori dimensioni.

Le dimensioni maggiori saranno determinate dall'Impresa tenendo presente che sotto la sua responsabilità gli impianti dovranno resistere ad una velocità massima del vento di Km. 150/ora.

Resta inteso che tale maggiorazione è già compresa nel prezzo della posa in opera.

L'Impresa dovrà curare in modo particolare la sigillatura dei montanti nei rispettivi basamenti prendendo tutte le opportune precauzioni atte ad evitare collegamenti non rigidi, non allineati e pali non perfettamente a piombo.

I segnali dovranno essere installati in modo da essere situati alla giusta distanza e posizione agli effetti della viabilità e della regolarità del traffico seguendo il progetto redatto approvato dalla Direzione dei Lavori.

Il giudizio sulla esattezza di tale posizione è riservata in modo insindacabile dalla Direzione dei Lavori e saranno ed esclusivo carico e spese della Società cottimista ogni operazione relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

12 SEGNALETICA COMPLEMENTARE

12.1 Delineatori stradali

12.1.1 Generalità

I segnalimiti o delineatori stradali debbono avere i requisiti stabiliti nell'articolo 172 del Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16.12.1992 n.495.

Tali dispositivi rifrangenti dovranno risultare approvati dal Ministero dei LL.PP.

I segnalimiti devono, inoltre, portare impresso in vicinanza del dispositivo rifrangente, l'anno di fabbricazione ed il marchio di fabbrica o il nominativo della Ditta.

Nel caso in cui sia compresa nell'appalto anche la posa in opera, i segnalimiti devono essere distanziati, secondo quanto indicato al richiamato art. 172 del regolamento.

I segnalimiti devono inoltre rispondere ai seguenti requisiti:

- manutenzione facile;
- trasporto agevole;
- resistenza agli agenti atmosferici;
- non rappresentare un pericolo per gli utenti della strada.

Per quanto riguarda i dispositivi rifrangenti, si precisa che essi devono soddisfare ai seguenti requisiti:

- caratteristiche ottiche stabili nel tempo;
- colore definito da norme unificate sulla base di coordinate tricromatiche;
- fissaggio stabile dell'inserito al supporto.

1) Forma - Dimensioni - Colori

Indipendentemente dalla natura del materiale con cui sono prodotti, i segnalimiti da collocare ai margini delle strade statali ed autostrade dovranno essere conformi alle disposizioni di cui all'artt. 172 e 173 del Regolamento di attuazione 16.12.92 n.495 e successive modifiche.

Nel caso in cui il delineatore debba essere posto in opera, la sommità del medesimo dovrà risultare a cm. 70 al di sopra della quota della banchina stradale.

Allo scopo di realizzare la flessibilità del delineatore, potranno essere adottati, nella sezione orizzontale in corrispondenza del piano della banchina accorgimenti particolari consistenti o nella creazione di sezioni di minore resistenza ovvero nell'inserimento di particolari materiali nel corpo del delineatore.

In attesa della pubblicazione del progetto di normativa europea pr EN 12899-3 si applicano i requisiti che seguono.

Per i segnalimiti prodotti con materiali di natura plastica, si prescrive che le pareti del manufatto abbiano in ogni punto spessore inferiore a mm. 2 (due), che il segnalimite sia costituito da polimero della migliore qualità e precisamente da polietilene ad alta intensità, di colore bianco, con un tenore di biossido di titanio (TiO₂) almeno del 2%.

I parametri caratteristici del polimero (polietilene ad alta densità), dovranno presentare valori compresi nei limiti seguenti:

- Indice di fluidità (Melt Index): dovrà essere compreso tra 0,2 + 0,4;

- Densità: 0,95;

- Carico di rottura (prima e dopo l'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti in un apparecchio "weather o meter" secondo le norme ASTM 4527 e D 1499 - 59T):

prima: 220 Kg./cmq.

dopo : deve raggiungere almeno l'85% del valore iniziale;

- Allungamento a rottura (prima e dopo l'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti come sopra):

prima: 35%

dopo : deve raggiungere almeno l'85% del valore della lunghezza iniziale;

- Resistenza all'urto del polimero pigmentato:

prima dell'esposizione ai raggi ultravioletti, la resistenza dell'urto, secondo le norme ISO - ASTM 256-56T deve raggiungere un minimo di 9 Kg./cmq.; dopo l'irradiazione, la resistenza deve raggiungere almeno l'80% del valore ottenuto prima dell'esposizione.

I dispositivi riflettenti impiegati nei segnalimiti dovranno essere prodotti con metacrilato di metile od analoghi materiali ed aventi le caratteristiche indicate dall'art.172 del Regolamento.

12.1.2 Prove ed accertamenti

a) Resistenza alla flessione

La prova consisterà nel sottoporre il segnalimite, tenuto incastrato in corrispondenza della sezione posta a cm. 70 dalla sommità, in una flessione del piano verticale di simmetria (normale dell'asse stradale), fino ad ottenere una deviazione di 45 gradi rispetto alla posizione normale, mantenendo per 5' tale deviazione.

La temperatura di prova non dovrà essere superiore ai 25° C.

Il risultato della prova sarà considerato favorevole se, eliminato il carico che ha provocato la flessione, il segnalimite assumerà la sua posizione originaria senza alcuna traccia di deformazione residua.

Saranno considerati accettabili i segnalimiti che, assoggettati alla prova meccanica di cui al presente paragrafo, ma alla temperatura di (5° + 1°) presenteranno una deviazione residua non superiore a 7°.

b) Resistenza agli agenti chimici (A.S.T.M. D.543):

La prova sarà effettuata secondo la procedura descritta nella norma A.S.T.M. D.543.

Le soluzioni aggressive impiegate per l'esecuzione della prova sono:

- Cloruro di sodio al 20%;
- Cloruro di calcio al 20%;
- Idrossido di ammonio al 10%;
- Acido cloridrico al 10%;
- Acido solforico al 10%;
- Olio minerale;
- Benzina.

c) Caratteristiche meccaniche e fisiche del materiale impiegato:

- 1) Titolo del pigmento TiO₂;
- 2) Indice di fluidità del polimero pigmentato;
- 3) Densità del polimero pigmentato;
- 4) Carico di rotture del polimero pigmentato;
- 5) Allungamento a rottura del polimero pigmentato;
- 6) Resistenza all'urto del polimero pigmentato.

d) Caratteristiche dei dispositivi riflettenti:

Il catadiottero immerso per cinque minuti in acqua calda a +80° e immediatamente dopo, per altri cinque minuti, in acqua fredda a +10°, dovrà risultare integro, a perfetta tenuta stagna da controllare mediante pesature di precisione.

e) Fissaggio:

I catadiotteri devono essere fissati al delineatore con dispositivi e mezzi idonei ad impedirne l'asportazione.

f) Omologazione:

I catadiotteri impiegati dovranno essere omologati presso il Ministero dei LL.PP. e presentare impresso il relativo numero di omologazione in conformità all'articolo 192 del Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada.

12.2 Coni h = 32,7 cm.

12.2.1 Generalità

I coni flessibili devono essere usati secondo le disposizioni previste per l'art.34 del regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della Strada.

Coerentemente con quanto previsto all'art.79 dello stesso Regolamento, i coni devono essere visibili di giorno come di notte.

A tale scopo essi devono essere riflettorizzati con fasce di colore bianco (oppure completamente riflettorizzati con fasce alterne bianche e rosse). La pellicola rifrangente deve essere esclusivamente di classe 2.

I coni sono realizzati in gomma di buona qualità e devono avere il corpo di colore rosso.

Sulla base di ogni cono è chiaramente impresso in maniera indelebile il nome del costruttore.

12.2.2 Forma

L'altezza dei coni deve essere di norma di 32,7 +/- 2 cm con la stessa configurazione riportata alla figura II 396 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada (preferibile base poligonale).

Devono avere una forma idonea tale da garantire, se impilati, di incastrarsi l'uno con l'altro senza danneggiare il materiale retroriflettente.

I coni devono avere un'adeguata base di appoggio per garantire la necessaria stabilità durante le normali condizioni d'uso.

12.2.3 Peso

Il peso dei coni, comprensivi della base, deve essere superiore a 3,0 kg.

12.2.4 Caratteristiche colorimetriche corpo del cono superficie non retroriflettente

Quando sottoposto a prove secondo le procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.51.2 (1986), utilizzando l'illuminante normalizzato D65, geometria 45/0, il colore rosso del corpo deve essere conforme alla tabella 1 come appropriato.

TABELLA 1

| COLORE | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | FATTORE DI LUMIN.B |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|
| | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | |
| ROSSO | 0,690 | 0,310 | 0,575 | 0,316 | 0,521 | 0,371 | 0,610 | 0,390 | >= 0,11 |

12.2.5 Superfici retroriflettenti

Quando sottoposti a prove secondo le procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.15.2 (1986), utilizzando l'illuminante normalizzato D65, geometria 45/0, i colori delle pellicole retroriflettenti, bianco oppure rosso

serigrafato, devono essere conformi ai valori previsti nella tabella 1 del disciplinare tecnico del Ministero dei LL.PP. pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

12.2.6 Caratteristiche fotometriche

Secondo quanto previsto all'art.36 del Regolamento, le fasce di colore bianco (oppure il materiale retroriflettente a fasce alterne bianche e rosse) devono avere un coefficiente areico di intensità luminosa R' iniziale non inferiore ai valori minimi prescritti per i vari angoli di divergenza e di illuminazione nella tabella III del disciplinare tecnico del Ministero dei LL.PP. pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

Le misure sono eseguite in conformità alle procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.54 (1982), utilizzando l'illuminante normalizzato A.

12.2.7 Caratteristiche comportamentali del materiale retroriflettente

Il materiale retroriflettente che costituisce le fasce di colore bianco (oppure le fasce alternate bianche e rosse) supera le prove di resistenza previste ai paragrafi 4.4, 4.5, 4.6, 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11 del disciplinare tecnico del Ministero dei Lavori Pubblici pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

L'adesione del materiale retroriflettente alla superficie del cono deve essere adeguatamente dimostrata. In particolare, dopo aver praticato un taglio verticale per tutta l'altezza della pellicola, quest'ultima non deve subire un distacco dalla base del cono superiore a 1 mm.

12.2.8 Caratteristiche comportamentali del cono finito

I coni flessibili devono essere stabili, resistenti alle cadute, resistenti agli impatti a basse temperature.

In attesa di prove specifiche definite, valgono le prove descritte ai paragrafi 7.4, 7.5, 7.6 del progetto di norma europea "Attrezzature stradali - Segnali stradali portatili - coni e cilindri", riferimento pr EN 13422 ottobre 1998 e successive modifiche.

In particolare sono richiesti i seguenti requisiti:

a) Stabilità (rif. 7.4 del progetto di norma): dopo aver applicato una forza orizzontale pari a 6 N, il cono non deve subire alcun ribaltamento.

b) Resistenza all'impatto a basse temperature (rif. 7.5 del progetto di norma): raffreddato ad una temperatura di $-25^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ e colpito da una sfera di $0,9 \pm 0,045 \text{ kg.}$, il cono non deve subire alcun danneggiamento tipo fessurazioni della gomma e della pellicola.

Dopo la prova il cono deve ritornare nella sua forma originale.

c) Resistenza alla caduta (rif. 6.7 del progetto di norma):

il cono, raffreddato a $-18^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ e lasciato cadere liberamente da un'altezza di $1500 \pm 50 \text{ mm.}$, non deve subire alcuna rottura o deformazione permanente sia nel cono che negli inserti retroriflettenti.

L'impresa, ai sensi del D.Leg.vo 358/92 e del DPR 576/94, deve presentare all'Amministrazione, tutta la certificazione inerente il superamento dei requisiti sopra elencati.

12.3 Coni h = 50 cm.

12.3.1 Generalità

I coni flessibili devono essere usati secondo le disposizioni previste per l'art.34 del regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della Strada.

Coerentemente con quanto previsto all'art.79 dello stesso Regolamento, i coni devono essere visibili di giorno come di notte. A tale scopo essi devono essere riflettorizzati con fasce di colore bianco oppure completamente riflettorizzati con fasce alterne bianche e rosse.

I coni dovranno essere realizzati in gomma di buona qualità e dovranno avere il corpo di colore rosso.

Sulla base di ogni cono sarà chiaramente impresso in maniera indelebile il nome del costruttore ed il relativo numero di autorizzazione alla costruzione dei segnali rilasciato dal Ministero dei Lavori Pubblici.

12.3.2 Forma

L'altezza dei coni dovrà essere di norma di $50 \pm 2 \text{ cm.}$ con la stessa configurazione riportata alla figura II 396 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada (preferibile base poligonale).

Dovranno avere una forma idonea tale da garantire, se impilati, di incastrarsi l'uno con l'altro senza danneggiare il materiale retroriflettente.

I coni devono avere un'adeguata base di appoggio per garantire la necessaria stabilita' durante le normali condizioni d'uso.

12.3.3 Peso

Il peso dei coni, comprensivi della base, dovra' essere superiore a 2,0 kg.
Per condizioni d'uso particolari dovra' essere previsto un peso totale superiore a 3,0 kg.

12.3.4 Caratteristiche colorimetriche corpo del cono superficie non riflettente

Quando sottoposto a prove secondo le procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.51.2 (1986), utilizzando l'illuminante normalizzato D65, geometria 45/0, il colore rosso del corpo dovra' essere conforme alla tabella 1 come appropriato.

TABELLA 1

| COLORE | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | FATTORE DI LUMIN.B |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y | |
| ROSSO | 0,690 | 0,310 | 0,575 | 0,316 | 0,521 | 0,371 | 0,610 | 0,390 | $\geq 0,11$ |

12.3.5 Superfici retroriflettenti

Quando sottoposti a prove secondo le procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.15.2 (1986), utilizzando l'illuminante normalizzato D65, geometria 45/0, i colori delle pellicole retroriflettenti, bianco oppure rosso serigrafato, dovranno essere conformi ai valori previsti nella tabella 1 del disciplinare tecnico del Ministero dei LL.PP. pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

12.3.6 Caratteristiche fotometriche

Secondo quanto previsto all'art.36 del Regolamento, le fasce di colore bianco (oppure il materiale retroriflettente a fasce alterne bianche e rosse) dovranno avere un coefficiente areico di intensita' luminosa R' iniziale non inferiore ai valori minimi prescritti per i vari angoli di divergenza e di illuminazione nella tabella III del disciplinare tecnico del Ministero dei LL.PP. pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

Le misure saranno eseguite in conformita' alle procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.54 (1982), utilizzando l'illuminante normalizzato A.

12.3.7 Caratteristiche comportamentali del materiale retroriflettente

Il materiale retroriflettente che costituisce le fasce di colore bianco (oppure le fasce alternate bianche e rosse) dovra' superare le prove di resistenza previste ai paragrafi 4.4, 4.5, 4.6, 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11 del disciplinare tecnico del Ministero dei Lavori Pubblici pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

L'adesione del materiale retroriflettente alla superficie del cono dovra' essere adeguatamente dimostrata. In particolare, dopo aver praticato un taglio verticale per tutta l'altezza della pellicola, quest'ultima non dovra' subire un distacco dalla base del cono superiore a 1 mm.

12.3.8 Caratteristiche comportamentali del cono finito

I coni flessibili dovranno essere stabili, resistenti alle cadute, resistenti agli impatti a basse temperature.

In attesa di prove specifiche definite, valgono le prove descritte ai paragrafi 7.4, 7.5, 7.6 del progetto di norma europea "Attrezzature stradali - Segnali stradali portatili - coni e cilindri", riferimento pr EN 13422 ottobre 1998 e successive modifiche.

In particolare sono richiesti i seguenti requisiti:

a) Stabilita' (rif. 7.4 del progetto di norma): dopo aver applicato una forza orizzontale pari a 6 N, il cono non dovra' subire alcun ribaltamento.

b) Resistenza all'impatto a basse temperature (rif. 7.5 del progetto di norma): raffreddato ad una temperatura di $-25^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ e colpito da una sfera di $0,9 \pm 0,045 \text{ kg.}$, il cono non dovrà subire alcun danneggiamento tipo fessurazioni della gomma e della pellicola.

Dopo la prova il cono dovrà ritornare nella sua forma originale.

c) Resistenza alla caduta (rif. 6.7 del progetto di norma): il cono, raffreddato a $-18^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ e lasciato cadere liberamente da un'altezza di $1500 \pm 50 \text{ mm.}$, non deve subire alcuna rottura o deformazione permanente sia nel cono che negli inserti retroriflettenti.

L'impresa, ai sensi del D.leg. 358/92 e del DPR 576/94, devono presentare all'Amministrazione, tutta la certificazione inerente il superamento dei requisiti sopra elencati.

12.4 Occhi di gatto

Dispositivi retroriflettenti integrativi dei segnali orizzontali in policarbonato o speciali resine dotati di corpo e parte rifrangente dello stesso colore della segnaletica orizzontale di cui costituiscono rafforzamento.

Ai sensi dell'art.153 del Regolamento d'esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, approvato con D.P.R. 495 del 16.12.92 e successive modifiche ed integrazioni, i dispositivi retroriflettenti integrativi quali gli occhi di gatto devono essere approvati dal Ministero dei lavori Pubblici.

Copia di tale approvazione, unitamente agli altri certificati richiesti, dovrà essere presentata dall'Impresa concorrente.

Dimensioni del corpo: come previste dal Regolamento art.153.

Il suddetto dispositivo dovrà essere fissato al fondo stradale con idoneo adesivo secondo le prescrizioni della ditta produttrice.

Le caratteristiche tecniche dei dispositivi denominati "occhi di gatto" dovranno rispondere alla Norma Europea EN 1463-1; in particolare:

a) per uso permanente (EN1463-1)

- classificazione: tipo 3A

- proprietà fotometriche: classe PRP1, i valori fotometrici non dovranno essere inferiori a quelli previsti nella tabella 4 (tipo 3) per il colore bianco;

- colore: classe NCR1, i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 9.

b) per uso temporaneo (EN1463-1)

- classificazione: tipo 3A

- proprietà fotometriche: classe PRT1, i valori fotometrici non dovranno essere inferiori a quelli previsti nella tabella 6 (tipo 3) per il colore giallo e non inferiori a quelli previsti nella tabella 5 per gli altri colorati

- colore:

a) colore dell'insero rifrangente => classe NCR1 e i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tab.9;

b) colore del corpo => classe DCR1 e i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 10.

Oltre ai certificati relativi alle proprietà fotometriche e al colore, comprovanti la rispondenza ai valori previsti nella norma EN1463-1, l'impresa deve presentare:

- omologazione del Ministero LL. PP. per i tipi rispondenti alla classificazione sopra descritta;

- certificato relativo alle prove di impatto;

- certificato relativo alle prove di penetrazione dell'acqua;

- certificato relativo alla resistenza alla temperatura;

- certificato relativo alla resistenza alla compressione.

I certificati di cui al presente articolo, qualora presentati in copia, dovranno essere identificati da parte della Ditta produttrice con una vidimazione rilasciata in originale alla Ditta concorrente sulla quale dovranno essere riportati gli estremi della Ditta stessa.

Tale vidimazione dovrà essere compiuta in data non anteriore a 30 giorni dalla data di scadenza di presentazione dell'offerta e recare un numero di individuazione.

La presentazione di documenti incompleti o insufficienti non rispondenti alle norme vigenti e a quelle particolari del presente capitolato, comporterà l'esclusione dall'appalto.

La fornitura da parte dell'impresa di materiali diversi da quelli dichiarati, costituirà motivo di immediato annullamento del contratto con riserva di adottare ogni altro provvedimento più opportuno a tutela dell'interesse dell'Amministrazione.

12.5 Dispositivo per la riflettorizzazione degli alberi

12.5.1 Generalità

Il dispositivo in oggetto consente di riflettorizzare l'ingombro degli alberi presenti a bordo strada in maniera permanente.

Per le strade a doppio senso di marcia, l'eventuale applicazione bifacciale del dispositivo riflettente deve prevedere i colori ROSSO e BIANCO, ovvero GIALLO sulle strade con senso unico di marcia.

Il sistema di fissaggio al fusto, realizzato esclusivamente tramite cinghie elastiche adattabili a misura, permettera' una totale compatibilita' ambientale non interferendo con la crescita della pianta ovvero arrecando alcun tipo di danneggiamento.

Il dispositivo combina differenti mescole di gomma per assicurare la conformabilita' del dispositivo e la elasticita' necessaria al sistema di fissaggio.

Il supporto di forma rettangolare sara' dotato di fori in corrispondenza degli spigoli.

Il bloccaggio della cinghia elastico sara' garantito da apposite fascette in materiale plastico.

12.5.2 Caratteristiche tecniche e dimensionali dei componenti

- Il supporto, con dimensioni 200 x 250 mm., dovra' essere realizzato in gomma naturale di spessore 3 mm. Con durezza minima pari a 70 shore.

- La cinghia elastica in gomma dovra' avere un diametro di 6 mm., dovra' essere realizzata in gomma a struttura cellulare chiusa, che dovra' resistere a temperature da -30 gradi C a +85 gradi C con accorciamento/allungamento lineare inferiore al 5% dopo 22 ore ad una temperatura di 70 gradi.

- Le fascette per il bloccaggio dovranno essere di tipo per esterno.

- L'inserito rifrangente montato sul supporto in gomma, di dimensioni 148 x 198 mm. sara' in classe 2 di cui al punto 3.2a (pellicole sperimentali).

Per ottenere un'efficienza ottimale dalla particolare applicazione del suddetto dispositivo, la pellicola retroriflettente dovra' possedere una grande angolarita' superiore, come riportato nel Capitolo 4 del "Manuale Tecnico della Segnaletica Stradale" dell'ANAS redatto dal Gruppo Tecnico della Sicurezza Stradale e nella TAB. IV paragrafo 4.2.1 "Prescrizioni" delle presenti norme tecniche.

La suddetta pellicola retroriflettente, oltre a rispondere alle specifiche riportate nel capitolato tecnico, dovra' avere una resistenza all'abrasione ASTM 4060-84 con mole abrasiva e carico applicato di 500 g. $\leq 3,2$ mg ed una resistenza ad imbutitura dinamica (urto) ASTM D 2794 - 93 ≥ 85 Kg/cm.

13 SEGNALETICA ORIZZONTALE IN VERNICE

13.1 Generalità

La segnaletica orizzontale in vernice sara' eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente.

I bordi delle striscie, linee arresto, zebature scritte, ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

Le striscie orizzontali dovranno risultare perfettamente allineate con l'asse della strada.

13.2 Prove ed accertamenti

Le vernici che saranno adoperate per l'esecuzione della segnaletica orizzontale dovranno essere accompagnate da una dichiarazione delle caratteristiche dalla quale dovranno risultare, peso per litro a 25° C, il tempo di essiccazione, viscosita', percentuale di pigmento, percentuale di non volatile, peso di cromato di piombo o del biossido di titanio per altro di pittura gialla o bianca rispettivamente percentuale in peso delle sfere e percentuale di sfere rotonde, tipo di solvente da usarsi per diluire e quantita' raccomandata l'applicazione della pittura e ogni altro requisito tecnico descritto nei precedenti articoli.

Le pitture acquistate dovranno soddisfare i requisiti esplicitamente elencati nel successivo paragrafo 2 ed essere conformi alla dichiarazione delle caratteristiche fornite al venditore entro le tolleranze appresso indicate.

Qualora la vernice non risulta conforme ad una o piu' caratteristiche richieste, l'Amministrazione, a suo insindacabile giudizio, potra' imporre al fornitore la sostituzione a sua cura e spese, comprese quelle di maneggiamento e trasporto con altra vernice idonea.

I contenitori prescelti per la prova dovranno risultare ermeticamente chiusi e dovranno essere etichettati con i dati necessari a identificare univocamente il campione.

Sull'etichetta si dovranno annotare i seguenti dati.

Descrizione;

Ditta produttrice;

Data di fabbricazione;

Numerosità e caratteristiche della partita;

Contrassegno;

Luogo del prelievo;

Data del prelievo;

Firme degli incaricati.

Per le varie caratteristiche sono ammesse le seguenti tolleranze massime, superanti le quali verra' rifiutata la vernice:

- viscosita': un intervallo di 5 unita' Krebs rispetto al valore dichiarato dal venditore nella dichiarazione delle caratteristiche, il quale valore dovra' essere peraltro compreso entro limiti dell'articolo 10 paragrafo f).
- peso per litro: chilogrammi 0,03 in piu' od in meno di quanto indicato dall'articolo 10 del paragrafo b) ultimo capoverso.

Nessuna tolleranza e' invece ammessa per i limiti indicati nell'articolo 10 per il tempo di essiccazione, la percentuale di sfere di vetro, il residuo volatile ed il contenuto di pigmento.

13.3 Caratteristiche generali delle vernici

La vernice da impiegare dovra' essere del tipo rifrangente premiscelato e cioe' contenere sfere di vetro mescolato durante il processo di fabbricazione cosi' che dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro dovute all'usura dello strato superficiale di vernice stessa sullo spartitraffico svolga effettivamente efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari. Per ottenere valori di retroriflessione RL maggiori di quelli normalmente rilevabili, si può procedere alla post spruzzatura delle perline aventi la stessa granulometria descritta al punto b) seguente.

a) Condizioni di stabilita'

Per la vernice bianca il pigmento colorato sara' costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di zinco, per quella gialla da cromato di piombo.

Il liquido pertanto deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica; il fornitore dovra' indicare i solventi e gli essiccanti contenuti nella vernice.

La vernice dovra' essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovra' fare crosta ne' diventare gelatinosa od inspessirsi.

La vernice dovra' consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficolta' mediante l'uso di una spatola a dimostrare le caratteristiche desiderate, in ogni momento entro sei mesi dalla data di consegna.

La vernice non dovra' assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovra' essere tale che, anche durante i mesi estivi, anche se applicata su pavimentazione bituminosa, non dovra' presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose.

Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1,2 e 1,5 mq/kg. (ASTM D 1738); ed il peso suo specifico non dovra' essere inferiore a Kg. 1,50 per litro a 25° C (ASTM D 1473).

b) Caratteristiche delle sfere di vetro

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosita' e di bolle d'aria e, almeno per il 90% del peso totale dovranno avere forma sferica con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme.

L'indice di rifrazione non dovra' essere inferiore ad 1,50 determinato secondo il metodo indicato nella norma UNI 9394-89.

Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzioni acide saponate a ph 5-5,3 e di soluzione normale di cloruro di calcio e di sodio. La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni chilogrammo di vernice prescelta dovra' essere compresa tra il 30 ed il 40%.

Le sfere di vetro (premiscelato) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche granulometriche:

| Setaccio A.S.T.M. | % in peso |
|--|-----------|
| Perline passanti per il setaccio n.70 : | 100% |
| Perline passanti per il setaccio n.140 : | 15-55% |
| Perline passanti per il setaccio n.230 : | 0-10% |

c) Idoneita' di applicazione

La vernice dovra' essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovra' produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta.

Potra' essere consentita l'aggiunta di piccole quantita' di diluente fino al massimo del 4% in peso.

d) Quantita' di vernice da impiegare e tempo di essiccamento

La quantita' di vernice, applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, dovra' essere non inferiore a chilogrammi 0,100 per metro lineare di striscia larga centimetri 12 e di chilogrammi 1,00 per superfici variabili di mq. 1,3 e 1,4.

In conseguenza della diversa regolarita' della pavimentazione ed alla temperatura dell'aria tra i 15° C e 40° C e umidita' relativa non superiore al 70%, la vernice applicata dovra' asciugarsi sufficientemente entro 30-40 minuti dell'applicazione; trascorso tale periodo di tempo le vernici non dovranno staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento sara' anche controllato in laboratorio secondo le norme A.S.T.M. D/711-35.

e) Viscosita'

La vernice nello stato in cui viene applicata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccialinee; tale consistenza, misurata allo stromer viscosimeter a 25° C espressa in umidità Krebs sarà compresa tra 70 e 90 (A.S.T.M. D 562).

f) Colore

La vernice dovrà essere conforme al bianco o al giallo richiesto.

La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore.

La vernice non dovrà contenere alcuno elemento colorante organico e non dovrà scolorire al sole.

Quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75% relativo all'ossido di magnesio, accertata mediante opportuna attrezzatura.

Il colore dovrà conservare nel tempo, dopo l'applicazione, l'accertamento di tali conservazioni che potrà essere richiesto dalla Stazione Appaltante in qualunque tempo prima del collaudo e che potrà determinarsi con opportuni metodi di laboratorio.

g) Veicolo

Il residuo non volatile sarà compreso tra il 65% ed il 75% in peso sia per la vernice bianca che per quella gialla.

h) Contenuto di pigmenti

La pittura dovrà contenere pigmenti inorganici che abbiano una ottima stabilità all'azione dei raggi UV, una elevata resistenza agli agenti atmosferici e una limitata propensione all'assorbimento e alla ritenzione dello sporco.

I pigmenti contenuti nella pittura dovranno essere compresi tra il 35 ed il 45 % in peso (FTMS 141a-4021.1).

i) Contenuto di pigmenti nobili

Il contenuto di biossido di titanio (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 14% in peso e quello cromato di piombo (vernice gialla) non inferiore al 12% in peso.

l) Resistenza ai lubrificanti e carburanti

La pittura dovrà resistere all'azione lubrificante e carburante di ogni tipo e risultare insolubile ed inattaccabile alla loro azione.

m) Prova di rugosità su strada

Le prove di rugosità potranno essere eseguite su strade nuove in un periodo tra il 10[^] ed il 30[^] giorno dalla apertura del traffico stradale.

Le misure saranno effettuate con apparecchio Skid Tester ed il coefficiente ottenuto secondo le modalità d'uso previste dal R.D.L. inglese, non dovrà abbassarsi al di sotto del 75% di quello che presenta pavimentazioni non verniciate nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pitture; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere minore di 45 (quarantacinque).

14 SEGNALETICA ORIZZONTALE IN TERMOSPRUZZATO PLASTICO (SPRAY PLASTIC)

14.1 Generalità

E' fatto obbligo all'Impresa realizzatrice di certificare su quali arterie stradali il prodotto da adoperare e' stato già applicato e con quale esito, soprattutto per quanto riguarda la durata e la antisdrucchiolevolezza in relazione al traffico ed allo spessore dello spruzzato termoplastico.

L'Impresa realizzatrice deve fornire, a sue spese, un certificato emesso dal produttore con il nome ed il tipo del materiale da adoperare, la composizione chimica ed altri elementi che possono essere richiesti dalla Direzione dei Lavori.

Il certificato deve essere autenticato dal rappresentante legale della Società produttrice.

La Direzione dei Lavori si riserva di prelevare campioni di spruzzato termoplastico, prima e dopo la stesura, per farli sottoporre alle prove che riterrà opportune, presso laboratori ufficiali, onde controllare le caratteristiche in precedenza indicate e richieste; le spese relative saranno a carico dell'Impresa realizzatrice.

14.2 Composizione del materiale

Lo spruzzato termoplastico e' costituito da una miscela di aggregati di colore chiaro, microsfele di vetro, pigmenti coloranti e sostanze inerti, legate insieme con resine sintetiche termoplastiche, plastificate con olio minerale.

La composizione del materiale, incluse le microsfele sovraspruzzate, e' - in peso - all'incirca la seguente:

| | |
|----------------------------|-----|
| aggregati | 40% |
| microsfele di vetro | 20% |
| pigmenti e sostanze inerti | 20% |
| legante (resine e olio) | 20% |

La proporzione dei vari ingredienti e' tale che il prodotto finale, quando viene liquefatto, può essere spruzzato facilmente sulla superficie stradale realizzando una striscia uniforme di buona nitidezza.

Gli aggregati sono costituiti da sabbia bianca silicea, calcite frantumata, silice calcinata, quarzo ed altri aggregati chiari ritenuti idonei.

Le microsferi di vetro devono avere buona trasparenza - per almeno l'80% - ed essere regolari e prive di incrinature; il loro diametro deve essere compreso tra mm. 0,2 e mm. 0,8 (non piu' del 10% deve superare il setaccio di 420 micron).

Il pigmento colorante e' costituito da biossido di titanio (color bianco) oppure da cromato di piombo (color giallo); il primo deve essere in percentuale non inferiore al 10% in peso rispetto al totale della miscela, mentre il secondo deve essere in percentuale non inferiore al 5% e deve possedere una sufficiente stabilita' di colore quando viene riscaldato a 200° C. La sostanza inerte e' costituita da carbonato di calcio ricavato dal gesso naturale.

Il contenuto totale dei pigmenti e della sostanza inerte deve essere compreso tra il 18% ed il 22% in peso rispetto al totale della miscela.

Il legante, costituito da resine sintetiche da idrocarburi, plastificate con olio minerale, non deve contenere piu' del 5% di sostanze acide.

Le resine impiegate dovranno essere di colore chiaro e non devono scurirsi eccessivamente se riscaldate per 16 ore alla temperatura di 150° C.

L'olio minerale usato come plastificante deve essere chiaro e con una viscosita' di 0,5 + 35 poise a 25° C e non deve scurirsi eccessivamente se riscaldato per 16 ore alla temperatura di 150° C.

Il contenuto totale del legante deve essere compreso tra il 18% ed il 22% in peso rispetto al totale della miscela.

L'insieme degli aggregati, dei pigmenti e delle sostanze inerti, deve avere il seguente fuso granulometrico (analisi al setaccio):

Percentuale del passante in peso e quantita` del prodotto impiegato

| | min. | max |
|-----------------------|------|------|
| | ---- | ---- |
| setaccio 3.200 micron | 100 | - |
| setaccio 1.200 micron | 85 | 95 |
| setaccio 300 micron | 40 | 65 |
| setaccio 75 micron | 25 | 35 |

Il peso specifico dello spruzzato termoplastico a 20° C deve essere circa 2,0 g/cmc.

Lo spessore della pellicola di spruzzato termoplastico deve essere di norma di mm. 1,5 con il corrispondente impiego di circa g/mq 3.500 di prodotto.

La percentuale in peso delle microsferi di vetro rispetto allo spruzzato termoplastico non deve essere inferiore al 12%, cioe' a circa g/mq 400.

In aggiunta a quanto sopra, in fase di stesura dello spruzzato termoplastico, sara' effettuata una operazione supplementare di perlatura a spruzzo sulla superficie della striscia ancora calda, in ragione di circa g/mq 300 di microsferi di vetro.

Il risultato del suddetto impiego di microsferi di vetro dovra' essere tale da garantire che il coefficiente di luminosit  abbia un valore non inferiore a 75.

Caratteristiche chimico-fisiche dello spruzzato:

- Punto di infiammabilita': superiore a 230° C;
- Punto di rammollimento o di rinvenimento: superiore a 80° C;
- Peso specifico: a 20 gradi circa 2,0 g/cmc;

d) Antisdrucciolevolezza: (secondo le prove di aderenza con apparecchio SRT dell'Ente Federale della Circolazione Stradale Tedesca) valore minimo 50 unita' SRT;

e) Resistenza alle escursioni termiche: da sotto 0° a + 80° C;

f) Resistenza della adesivita': con qualsiasi condizione meteorologica (temperatura - 25° C + 70° C), sotto l'influenza dei gas di scarico ed alla combinazione dei sali con acqua - concentrazione fino al 5% - sotto l'azione di carichi su ruota fino ad otto tonnellate;

g) Tempo di essiccazione: (secondo le Norme americane ASTM D711-55 punto 2.4) valore massimo 10";

h) Resistenza alla corrosione: il materiale deve rimanere inalterato se viene immerso in una soluzione di cloruro di calcio, a forte concentrazione, per un periodo di 4 settimane;

i) Visibilita' notturna: (secondo il metodo di prova delle Norme inglesi "Road Markings, Traffic Signs and Signals - Art. 16.01 - Traffic Paint and Road Markings" - punto 1 e 11/d) il valore minimo del coefficiente deve essere di 75; il coefficiente e' uguale a 100 per il carbonato di magnesio in blocco;

l) Resistenza all'usura: (secondo il metodo di prova delle Norme inglesi suddette - punto 11/a) la perdita di peso del campione dopo 200 giri delle ruote non deve eccedere g. 0,5;

m) Resistenza alla pressione ad alta temperatura: (secondo il metodo di prova delle Norme inglesi suddette – punto 11/b) dopo un'ora il peso di g. 100, dal diametro di mm. 24, non deve essere penetrato nel campione, ma aver lasciato soltanto una leggera impronta;

n) Resistenza all'urto a bassa temperatura: (secondo il metodo di prova delle Norme inglesi suddette – punto 11/c) dopo la prova d'urto il campione non deve rompersi, ne' incrinarsi, se portato alla temperatura di -1° C.

14.3 Sistema di applicazione

L'attrezzatura richiesta per effettuare la segnaletica orizzontale con spruzzato termoplastico e' costituita da due autocarri, su uno dei quali viene effettuata la pre-fusione del materiale e sull'altro viene trasportata la macchina spruzzatrice, equipaggiata con un compressore capace di produrre un minimo di 2 mc di aria al minuto alla pressione di 7 Kg/cmq.

Un minimo di due pistole spruzzatrici per il termoplastico e due per le microsferi da sovraspruzzare devono essere disponibili ai bordi della macchina, in modo che strisce di larghezza compresa tra cm. 10 e cm. 30 possano essere ottenute con una passata unica e che due strisce continue parallele, oppure una continua ed una tratteggiata possano essere realizzate contemporaneamente.

Le due pistole per spruzzare il termoplastico devono essere scaldate in modo che la fuoruscita del materiale avvenga alla giusta temperatura, onde ottenere una striscia netta, diritta senza incrostazioni o macchie.

Le due pistole per le microsferi dovranno essere sincronizzate in modo tale da poter spruzzare immediatamente, sopra la striscia di termoplastico ancora calda, la quantita' di microsferi di vetro indicata nel presente articolo.

La macchina spruzzatrice deve essere fornita di un selezionatore automatico che consenta la realizzazione delle strisce tratteggiate senza premarcatura ed alla normale velocita' di applicazione dello spruzzato termoplastico.

Il Cottimista esecutore provvedera' anche alle attrezzature adeguate ed alla manodopera specializzata per eseguire la spruzzatura a mano di frecce, scritte, etc.

Lo spruzzato termoplastico sara' applicato alla temperatura di 200° C circa sul manto stradale asciutto ed accuratamente pulito anche da vecchia segnaletica orizzontale.

Lo spessore delle strisce e delle zebature deve essere di norma di mm. 1,5, mentre lo spessore delle frecce e delle scritte deve essere di norma di mm. 2,5.

La Direzione dei Lavori potra' diminuire gli spessori indicati fino ai limiti qui appresso indicati:

- per le strisce, preferibilmente per la striscia gialla di margine, fino ad un minimo di mm. 1,2;

- per le zebature fino ad un minimo di mm. 1,2;

per le frecce e le scritte fino ad un minimo di mm. 2,0.

15 SEGNALETICA ORIZZONTALE PERMANENTE MATERIALI PREFORMATI RETTORIFRANGENTI

La segnaletica orizzontale realizzata in preformato retrorifrangente dovra' attenersi alla normativa di cui all'art.40 del D. Lgs n. 285 del 30.04.1992 e del suo regolamento di esecuzione approvato con D.P.R. n. 495 del 16.12.1992, in particolare dall'art. 137 all'art.155 come modificato dal D.P.R. n.610 del 16-9-1996.

Il materiale in oggetto dovra' essere costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo con polimeri di alta qualita', contenente una dispersione di microgranuli ad alto potere antisdrucchiolo e di microsferi in vetro "TIPO A" o in ceramica "TIPO B e C" (o equivalente) con caratteristiche in rifrazione tali da conferire al laminato stesso un alto e continuato potere retroriflettente.

Per garantire una buona stabilita' del colore ed un ancoraggio ottimale delle microsferi, il prodotto dovra' essere trattato in superficie con una speciale resina.

Il laminato elastoplastico autodesivo potra' essere posto in opera ad incasso su pavimentazioni nuove, nel corso della stesura del manto bituminoso, o su pavimentazioni gia' esistenti mediante uno speciale "Primer", da applicare solamente sul manto d'asfalto.

Il laminato dovra' inoltre essere in grado di conformarsi perfettamente alla pavimentazione stradale attraverso l'azione del traffico, ed essere, dopo l'applicazione, immediatamente transitabile.

Il laminato potra' essere utilizzato per la realizzazione di segnalamenti orizzontali longitudinali, simboli e iscrizioni di ogni tipologia.

Il materiale dovra' rispondere inoltre ai seguenti requisiti:

TIPO A (fasce di arresto, zebature, scritte)

- Antisdrucchiolo

Il valore iniziale, con materiale bagnato, e' di almeno 45 SRT (British Portable Skid Resistance Tester).

- Rifrangenza

I laminati per segnaletica orizzontale dovranno avere i seguenti valori minimi iniziali di retroriflettenza RL espressi in millicandele per metro quadrato per lux di luce incidente (mcd/mq x lux).

COLORE BIANCO

- angolo di osservazione di 4,5°;
- angolo di illuminazione di 3,5°;
- retroriflettenza RL di 300 mcd/mq x lux.

I valori indicati sono del tipo Ecolux ma si potranno adottare anche i requisiti CEN derivanti dalla norma UNI EN 1436, la quale prescrive per:

- angolo di osservazione di 2,29°;
- angolo di illuminazione di 1,24°.

TIPO B (strisce longitudinali)

- Antisdrucchiolo

Il valore iniziale, con materiale bagnato, e' di almeno 50 SRT (British Portable Skid Resistance Tester).

- Rifrangente

I laminati per segnaletica orizzontale dovranno avere i seguenti valori minimi iniziali di retroriflettenza RL espressi in millicandele per metro quadrato per lux di luce incidente (mcd/mq x lux).

COLORE BIANCO

- angolo di osservazione di 4,5°;
- angolo di illuminazione di 3,5°;
- retroriflettenza RL di 500 mcd/mq x lux.

I valori indicati sono del tipo Ecolux ma si potranno adottare anche i requisiti CEN derivanti dalla norma UNI EN 1436, la quale prescrive per:

- angolo di osservazione di 2,29°;
- angolo di illuminazione di 1,24°.

Per garantire una durata non inferiore a quella prevista dal presente capitolato, le microsfere dovranno essere del tipo resistente alle sollecitazioni di corrosione, graffiatura e frantumazione (tipo ceramica), e dovranno avere un indice di rifrazione superiore a 1,7 .

TIPO A e B

L'Impresa aggiudicataria, verificatane l'applicazione secondo le raccomandazioni prescritte, dovra' impegnarsi a garantirne la durata che, in normali condizioni di traffico, dovra' essere non inferiore a 2 anni su tutti i tipi di pavimentazione, ad esclusione porfido, purché si presentino in buono stato di conservazione, con un valore fotometrico per il colore bianco non inferiore a 100 mcd/mq x lux (Tipo A) e 150 mcd/mq x lux (Tipo B).

Qualora il materiale applicato dovesse deteriorarsi prima del termine suddetto, l'Impresa aggiudicataria e' tenuta al ripristino della segnaletica orizzontale nelle condizioni prescritte dal presente Capitolato.

TIPO C (strisce longitudinali, scritte e frecce Autostradali)

Il materiale in oggetto dovra' essere costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo con polimeri di alta qualita', contenente una dispersione di microgranuli di speciale materiale ad alto potere antisdrucchiolo e di microsfere tipo ceramica ad alto indice di rifrazione con caratteristiche tali da conferire al laminato stesso un alto potere retroriflettente.

Il prodotto dovra' presentare un'architettura con elementi in rilievo, in cui le microsfere tipo ceramica o equivalente e le particelle antiscivolo risultano immerse in una resina poliuretanicca di altissima resistenza all'usura ed ad alto grado di bianco.

Il presente laminato deve essere utilizzato per la realizzazione di segnalamenti orizzontali longitudinali, simboli e iscrizioni di ogni tipologia.

Il materiale dovra' rispondere inoltre ai seguenti requisiti:

- Rifrangenza

I laminati per segnaletica orizzontale dovranno avere i seguenti valori minimi iniziali di retroriflettenza RL espressi in millicandele per metro quadrato per lux di luce incidente (mcd/mq x lux).

COLORE BIANCO

- angolo di osservazione di 4,5°;
- angolo di illuminazione di 3,5°;
- retroriflettenza RL di 700 mcd/mq x lux.

I valori indicati sono del tipo Ecolux ma si potranno adottare anche i requisiti CEN derivanti dalla norma UNI EN 1436, la quale prescrive per:

- angolo di osservazione di 2,29°;
- angolo di illuminazione di 1,24°.

La particolare configurazione del laminato e lo specifico posizionamento delle microsfere in ceramica o equivalente ad alto indice devono consentire al prodotto stesso un'ottima visibilità notturna anche in condizione di pioggia. Le microsfere tipo ceramica ancorate alla resina poliuretana dovranno avere un indice di rifrazione superiore ad 1,7. Le microsfere in vetro presenti all'interno del prodotto dovranno avere un indice di rifrazione di 1,5.

- Antiscivolosità

Il valore minimo di antiscivolosità dovrà essere di almeno 55 SRT (British Portable SKid Resistance Tester).

L'Impresa aggiudicataria, verificata l'applicazione secondo le raccomandazioni prescritte, dovrà impegnarsi a garantirne la durata che, in normali condizioni di traffico, dovranno essere non inferiore a 4 anni, nel caso in cui venga applicato a caldo durante la stesura del manto bituminoso e 2 anni su tutti i tipi di pavimentazione, ad esclusione porfido, purché si presentino in buono stato di conservazione, con un valore fotometrico non inferiore a 150 mcd/mq x lux.

Qualora il materiale applicato dovesse deteriorarsi prima del termine suddetto, la Ditta aggiudicataria è tenuta al ripristino della segnaletica orizzontale nelle condizioni prescritte dal presente Capitolato. La Ditta produttrice del suddetto materiale (TIPO A,B,C) dovrà essere in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN 9000.

16 GARANZIE SUI PREFORMATI RETTORIFRANGENTI

Ai sensi dell'art. 14 lettera E del D.Lgs 358/2 così come espresso dal D.P.R. 573/94 e della circolare Ministero LL.PP. 16-5-1997 n.2353 per garantire le caratteristiche richieste dal presente Capitolato, dovrà essere presentato:

- certificato attestante che il preformato retrorifrangente è prodotto da Azienda in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN 9000 "TIPO A, B e C";
- certificato comprovante la presenza di microsfere tipo ceramica "TIPO B e C" (o equivalente);
- certificato comprovante il valore di rifrangenza "TIPO A, B e C";
- certificato comprovante il valore di antiscivolosità "TIPO A, B e C";

17 SEGNALETICA ORIZZONTALE TEMPORANEA MATERIALI PREFORMATI RETTORIFRANGENTI

Il materiale in oggetto sarà costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo, rimovibile per utilizzo temporaneo con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli di speciale materiale ad elevato potere antiscivolo e di microsfere ad alto indice di rifrazione tale da conferire al laminato stesso ottime proprietà retroriflettenti.

La resina poliuretana, presente nella parte superiore del prodotto, dovrà assicurare un perfetto e durevole ancoraggio delle microsfere e delle particelle antiscivolo.

Il laminato dovrà contenere al suo interno uno speciale tessuto reticolare in poliestere che assicura un'elevata resistenza alla spinta torsionale esercitata dai veicoli, soprattutto, una facile e perfetta rimovibilità del laminato dalla pavimentazione. Il colore giallo sarà ottenuto utilizzando esclusivamente pigmenti organici.

Detto laminato dovrà risultare quindi sia riciclabile che distrutibile come rifiuto atossico; conforme alle normative europee sull'ambiente, considerato "prodotto non inquinante".

L'adesivo posto sul retro del preformato dovrà permettere una facile e rapida applicazione del prodotto pur garantendone la non alterazione anche sotto elevati volumi di traffico.

Appena applicato, il laminato è immediatamente transitabile.

Il laminato oggetto della presente specifica dovrà avere i seguenti valori minimi iniziali di retroriflettenza RL espressi in millicandele per metro quadrato per lux di luce incidente (mcd/mq x lux):

- retroriflettenza 600 mcd/lux x mq (geometria Ecolux)
- antiscivolosità 55 SRT
- spessore 1,5 mm

I valori indicati sono del tipo Ecolux ma si potranno adottare anche i requisiti CEN derivanti dalla norma UNI EN 1436.

Per il suddetto materiale dovranno essere presentati certificati di antiscivolosità, rifrangenza di cui al presente Capitolato attestanti che il prodotto elastoplastico è prodotto da azienda in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN 9000.

ART. 21

- **RECINZIONE STRADALE CON RETE METALLICA ZINCATA E PALI
DI SOSTEGNO A TRALICCIO ZINCATI**

La recinzione è costituita da:

- 1) - rete metallica zincata
- 2) - filo di tesaggio zincato
- 3) - filo per legature zincato
- 4) - pali di sostegno zincati
- 5) - accessori.

Descrizione dei materiali

RECINZIONE ALTA m. 1,20

RETE elettrosaldada, 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.

Altezza complessiva della rete 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, sono 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.

Avranno un modulo di resistenza di: $W_x = \text{cmc. } 14, 10$ e $W_y = \text{cmc. } 10,07$.

Previsti nelle seguenti tipologie:

- INTERMEDI, da porre ad interessi 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 10x 14 e cm. 10x10 alla sommità e terminanti a cuspide.

Lunghezza totale del palo m. 1,70.

- CONTROVENTO o trazione, previsti da porre ogni 100 ml. 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.

ACCESSORI:

- 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. 9x 19, spessore 5/10, con la scritta "DIVIETO D'ACCESSO", previste in ragione di una ogni 100 ml. di recinzione.

RECINZIONE ALTA m. 2,00

RETE elettrosaldata, alta m. 1,85, uguale a quello alta m. 1,20, ma con l'aggiunta di una maglia alta mm 50 (alla sommità) e 6 maglie alte mm.100, orizzontalmente il passo resta costante di mm.50.

FILI di TENSIONE 5 ordini anzichè 3 (una andrà posta al disopra della rete e 4 lungo i terzi dell'altezza della rete

FILO per LEGATURE come per la recinzione alta m. 1,20

PALI di SOSTEGNO a TRALICCIO, a zincatura eutettica, sono formati da 4 correnti verticali in ferro tondo di diametro mm. 8,00, collegati tra loro mediante tondini di ferro di diametro mm. 6,00 sagomati a zig-zag saldati su ogni faccia del palo, previsti nelle seguenti tipologie:

- INTERMEDI da porre ad interessi di in. 3,00, in tondo d'acciaio AQ 42, composti mediante elettrosaldatura in modo, da formare una struttura reticolare di forma rastremata tronco piramidale con base di cm. 10x 18 e cm. 10x 10 alla sommità e terminanti a cuspidi.

Lunghezza totale del palo: m. 2,60.

- CONTROVENTO o trazione, previsti da porre ogni 100 ml. di recinzione ed in corrispondenza di piccole deviazioni. Essi sono uguali ai pali intermedi ma con una saetta di controvento e con 4 tubetti necessari per l'alloggiamento dei tenditori ad occhiello occorrenti per il tesaggio dei fili, e di una piastrina per il fissaggio della saetta.

- SAETTE per i pali di controvento e caposaldo, con protezione anticorrosiva come per i pali di sostegno, a traliccio di forma triangolare con lato costante di cm. 10, terminante con una piastrina per il fissaggio al palo.

I tre correnti verticali sono in ferro tondo di diametro mm. 6,00 collegati fra loro da tralicciature in ferro tondo di diametro mm. 5,00, lunghezza complessiva della saetta m. 2,25.

ACCESSORI:

- bulloni zincati TE 8 Ma x 25 con dado

- tenditori ad occhiello di diametro mm. 8 lunghi cm. 16 completi di dado

- targhette di alluminio anodizzato delle dimensioni di cm. 9x 19, spessore 5/10, con la scritta "DIVIETO D'ACCESSO", previste in ragione di una ogni 100 ml. di recinzione.

ZINCATURA

Lo zinco impiegato sarà di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

La rete è realizzata in acciaio UNI 3598/54 con resistenza minima unitaria di rottura di Kg/mm² 45.

La rete i fili ed i pali hanno un rivestimento protettivo costituito da una lega eutettica di zinco alluminio, la cui percentuale non supera il 5% ed è perfettamente aderente.

La quantità minima della massa di lega eutettica non sarà inferiore di 230 gr/mq.

PROVE DEI MATERIALI relative alle caratteristiche del rivestimento anticorrosivo.

La rete, i fili ed i pali di sostegno sono sottoposti alla prova di sollecitazione corrosiva di 28 cicli in clima variabile d'acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa secondo le norme DIN 50018. I relativi provini sono depositi nell'apparecchio di "Kesternich" per la durata massima di 28 cicli.

Ogni ciclo avrà la durata di 24 ore, suddiviso in due parti. Nella prima parte, della durata di 8 ore, i campioni vengono sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo composto da H₂O + SO₂, nella seconda parte i campioni sono tenuti a riposo mediante aerazione degli stessi.

Il materiale è ritenuto accettabile qualora, al termine della prova, della durata di 28 cicli, i campioni non hanno subito entità di ossidazione aderente e/o permanente.

ART. 22

- **RECINZIONE STRADALE CON RETE METALLICA ZINCATA E PLASTICATA E PALI DI SOSTEGNO A TRALICCIO ZINCATI E PLASTICATI -**

La recinzione è costituita

- 1) - rete metallica zincata e plasticata
- 2) - filo di tesaggio zincato e plasticato
- 3) - filo per legature zincato e plasticato
- 4) - pali di sostegno zincati e plasticati
- 5) - accessori.

Descrizione dei materiali

RECINZIONE ALTA m. 1,20

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.

Altezza complessiva della rete m. 1,20.

La rete sarà costruita con filo, a zincatura eutettica e successivamente plasticata, di diametro interno mm, 2,50 e rivestito mm. 3,10.

Colore della plasticazione: grigio verde chiaro R.A.L. 6026 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).

Tolleranza dei fili secondo le norme UNI 468.

FILO di TENSIONE a zincatura eutettica e plasticato, colore come sopra, di diametro interno mm. 3,00, rivestito mm. 4,00 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 e plasticato, colore come sopra, di diametro interno mm. 1,80 e rivestito mm. 2,50.

PALI di SOSTEGNO a TRALICCIO a zincatura eutettica e successivamente plasticati, sono 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.

Avranno un modulo di resistenza di : $W_x = \text{cmc. } 14,10$ e $W_y = \text{cmc. } 10,07$.

Previsti nelle seguenti tipologie:

- INTERMEDI, da porre ad interassi 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 cuspide.

Lunghezza totale del palo m. 1,70.

- CONTROVENTO: o trazione, previsti da porre ogni 100 ml. circa di recinzione ed in corrispondenza di piccole deviazioni. Essi saranno uguali ai pali intermedi ma con una saetta di controvento e con 3 tubetti necessari per l'alloggiamento dei tenditori ad occhiello occorrenti per il fissaggio dei fili, e di una piastrina per il fissaggio della saetta.

- CAPOSALDO o d'angolo, saranno uguali ai pali intermedi, e saranno ubicati in corrispondenza delle deviazioni della recinzione superiori a 90° e saranno 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, terminante con una piastrina per il fissaggio al palo.

I tre correnti verticali saranno in ferro tondo di diametro mm. 7,00 collegati fra loro da tralicciature in ferro tondo di diametro mm. 5,00, lunghe m. 1,70, fissate al palo principale con bullone e dado zincati.

ACCESSORI:

- Bulloni zincati TE 8 MA x 25 con dado, 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 ml. di recinzione.

RECINZIONE ALTA m. 2,00

RETE elettrosaldata, alta m. 1,85, uguale a quella alta m. 1,20, ma con l'aggiunta di una maglia alta mm. 50 (alla sommità) e 6 maglie alte mm. 100, orizzontalmente il passo resta costante di mm. 50.

FILO di TENSIONE 5 ordini anziché 3 (uno sarà posto al disopra della rete e 4 lungo i terzi dell'altezza della rete)

FILO per LEGATURE come per la rete alta m. 1,20

PALI Di SOSTEGNO a TRALICCIO a zincatura eutettica e successivamente plasticati, sono formati da 4 correnti verticali in ferro tondo di diametro mm. 8,00, collegati tra loro mediante tondini di ferro di diametro mm. 6,00 sagomati a zig-zag saldati su ogni faccia del palo, previsti nelle seguenti tipologie:

INTERMEDI, da porre ad interassi 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 con base di cm. 10x18 e cm. 10x10 alla sommità e terminanti a cuspidi. Lunghezza totale del palo: m. 2,60.

CONTROVENTO o trazione, previsti da porre ogni 100 ml. circa di recinzione ed in corrispondenza di piccole deviazioni. Essi saranno uguali ai pali intermedi ma con una saetta di controvento e con 4 tubetti necessari per l'alloggiamento dei tenditori ad occhio occorrenti per il tesaggio dei fili, e di una piastrina per il fissaggio della saetta.

SAETTE per i pali di controvento e caposaldo, con protezione anticorrosiva come per i pali di sostegno, a traliccio di forma triangolare con lato costante di cm. 10, terminante con una piastrina per il fissaggio al palo.

1 tre correnti verticali saranno in ferro tondo di diametro mm. 6, collegati tra loro da tralicciature in ferro tondo di diametro mm. 5, lunghe m. 2,25.

ACCESSORI:

- Bulloni zincati TE 8 MA x 25 con dado, necessari per il fissaggio delle saette
- Tenditori ad occhio di diametro mm. 8 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 ml. di recinzione.

ZINCATURA

Lo zinco impiegato sarà di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

CARATTERISTICHE DELLA RETE E DEI FILI METALLICI

La rete è realizzata in acciaio UNI 3598/54 con resistenza minima unitaria di rottura di Kg/mm² 45.

La rete ed i fili hanno un rivestimento protettivo costituito da una lega eutettica di zinco alluminio, la cui percentuale non supera il 5% e sarà perfettamente aderente.

La quantità minima della massa di lega eutettica non sarà inferiore di 230 gr/mq.

RIVESTIMENTO PROTETTIVO

La rete elettrosaldata, i fili ed i pali a traliccio sono ricoperti con un Film di plastica cloropolivinilica (P.V.C.) di colore grigio verde chiaro R.A.L. 6026 di spessore mm. 0,30 circa, resistente alle azioni dei raggi ultravioletti ed infrarossi, al caldo ed al freddo, autoestinguento alla fiamma e stabile nei colori.

PROVE DEI MATERIALI relative alle caratteristiche dei rivestimenti anticorrosivi.

La rete, i fili ed i Pali di sostegno sono sottoposti alla prova di sollecitazione corrosiva di 28 cicli in clima variabile d'acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa secondo le norme DIN 50018. I relativi provini verranno depositi nell'apparecchio di "Kesternich" per la durata massima di 28 cicli.

Ogni ciclo avrà la durata di 24 ore, suddiviso in due parti. Nella prima parte, della durata di 8 ore, i campioni verranno sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo composto da H₂O + SO₂, nella seconda parte i campioni saranno tenuti a riposo mediante aerazione degli stessi.

Il materiale è ritenuto accettabile qualora, al termine della prova, della durata di 28 cicli, i campioni non hanno subito alcuna entità di ossidazione aderente e/o permanente.

I film di P.V.C. del rivestimento della rete dei fili e dei pali a traliccio risponderanno ai seguenti requisiti, senza che al termine delle prove subiscano alcuna alterazione:

- resistenza all'invecchiamento ponendo i campioni in forno a ventilazione forzata alla temperatura di $80^{\circ} \pm 2^{\circ}$ C. per 6 ore secondo le norme DIN 16938;
- stabilità dei colori esponendo i campioni ad una sorgente luminosa UV di 2000 W per 24 ore;
- ciclaggio termico, sottoponendo i campioni a sbalzi di temperatura di $\pm 20^{\circ}$ C. alternati in maniera rapida ogni ora.

ART. 23

- TUBAZIONI -

INDICE

| | |
|-----|--|
| 1 | GENERALITA' |
| 2 | FISSAGGIO DELLE TUBAZIONI |
| 3 | TUBAZIONI IN ACCIAIO |
| 3.1 | Condotte di mandata in acciaio |
| 4 | TUBAZIONI IN CALCESTRUZZO |
| 5 | TUBAZIONI IN PVC |
| 5.1 | Generalità |
| 5.2 | Formazione di tubazioni in PVC |
| 5.3 | Formazione di cavidotti |
| 6 | TUBAZIONI IN PEAD |
| 6.1 | Condotte in PEAD corrugato |
| 6.2 | Pozzetto stampato in polietilene |
| 7 | PROVA IDRAULICA DEI COLLETTORI DI RETE NERA FUNZIONANTI A PELO LIBERO E A PRESSIONE |

1 - GENERALITA'

Le tubazioni in genere, del tipo e dimensioni previste dal progetto o prescritte dalla Direzione Lavori, dovranno avere le caratteristiche di cui in appresso e corrispondere a quanto previsto dalla **NORMATIVA TECNICA PER LE TUBAZIONI D.M. 12/12/85**; il loro tracciato seguirà di norma il minimo percorso compatibile col buon funzionamento di esse e con le necessità della funzionalità idraulica ed impiantistica.

Dovranno evitarsi, per quanto possibile, percorsi diagonali rispetto alle pareti dei locali, gomiti, bruschi risvolti, giunti e cambiamenti di sezione; le tubazioni dovranno essere collocate in modo da non ingombrare e da essere facilmente ispezionabili, specie in corrispondenza a giunti, sifoni ecc. Inoltre quelle di scarico dovranno permettere il rapido e completo smaltimento delle materie, senza dar luogo ad ostruzioni, formazioni di depositi ed altri inconvenienti.

Le tubazioni dovranno essere sottoposte a **PROVA IDRAULICA E COLLAUDO** secondo le modalità più oltre precisate.

Sarà a carico dell'Appaltatore la riparazione di qualsiasi perdita od altro difetto che si manifestasse nelle varie tubazioni, ecc., anche dopo la loro entrata in esercizio e sino al momento del collaudo, compresa ogni opera di ripristino.

2 - FISSAGGIO DELLE TUBAZIONI

Tutte le condutture non interrate dovranno essere fissate e sostenute con convenienti staffe, cravatte, mensole, grappe o simili, in numero tale da garantire il loro perfetto ancoraggio alle strutture di sostegno. Tali sostegni, eseguiti di norma in ferro o in ghisa malleabile, dovranno essere in due pezzi, snodati a cerniera o con il fissaggio a vite, in modo da permettere la rapida rimozione del tubo, ed essere posti a distanze adeguate.

Le condutture interrate poggeranno, di norma, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori, su letto continuo di sabbia realizzato in modo tale da garantire il mantenimento delle tubazioni nell'esatta posizione stabilita.

3 - TUBAZIONI IN ACCIAIO

3.1 Condotte di mandata in acciaio

a) APPROVVIGIONAMENTO E FORNITURA, PROVE E CONTROLLI IN STABILIMENTO

I tubi da utilizzare saranno generalmente in acciaio e saranno rispondenti alle norme U.N.I. 7091/72 per tubazioni realizzate con saldature.

Per quanto riguarda il rivestimento delle tubazioni si prescrive:

- **rivestimento interno bituminoso;**
- **rivestimento esterno bituminoso del tipo "pesante"** costituito da una pellicola di bitume e uno strato protettivo isolante di adeguato spessore di miscela bituminosa; l'armatura sarà costituita da due strati l'uno di feltro e l'altro di tessuto di vetro impregnati con la stessa miscela bituminosa.

Il giunto prescelto è del tipo a bicchiere sferico per saldatura.

La qualità della tubazione e dei rivestimenti dovrà essere certificata dal fabbricante che rilascerà a tale scopo idonei attestati di conformità alle norme sopracitate.

L'Amministrazione Appaltante si riserva la facoltà di seguire l'espletamento delle forniture anche nella fase di preparazione in stabilimento, al fine di controllarne la rispondenza alle norme del presente Capitolato; a tal fine la Ditta stessa darà tempestiva notizia dell'avvenuto approntamento delle prove e l'Amministrazione farà conoscere se intende o meno presenziare alle stesse dando poi, per iscritto, il benestare per la spedizione.

Restano a carico dell'Appaltatore tutte le spese inerenti le prove di cui trattasi.

b) POSA IN OPERA

b1) Pulizia dei tubi ed accessori

Prima di essere posto in opera, ciascun tubo, pezzo speciale ed apparecchio, deve essere accuratamente pulito delle tracce di ruggine o di qualunque altro elemento estraneo. Nell'operazione di posa deve evitarsi che nell'interno della condotta vadano detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la superficie interna del tubo.

Gli estremi della condotta posata devono essere tappati accuratamente, durante l'interruzione del lavoro, con tappi di legno.

b2) Discesa dei tubi, pezzi speciali ed apparecchi

I tubi, pezzi speciali ed apparecchi devono essere discesi con cura nelle trincee e nei cunicoli dove debbono essere posati evitando urti, cadute ecc.. I singoli elementi dovranno avere in opera, evitando spostamenti notevoli entro il cavo.

b3) Preparazione del piano di posa

La posa dei tubi dovrà essere fatta di norma secondo le disposizioni che tratto per tratto impartirà la Direzione Lavori, su un letto di posa formato con sabbia, come da disegni di progetto.

Il fondo dello scavo, prima della posa della sabbia non dovrà comunque presentare rilievi o infossature maggiori di 3 cm.

Qualora dal Direttore dei Lavori sia ritenuto necessario consolidare il piano di posa, questo consolidamento sarà effettuato mediante platea di calcestruzzo cementizio semplice od armato, con le modalità che saranno ordinate dal Direttore dei Lavori.

E' vietato nel modo più assoluto l'impiego di pezzi di pietra, ferro o altro sotto i tubi per stabilire gli allineamenti.

b4) Scavo delle nicchie

La dimensione delle nicchie, necessarie per le saldature in opera o altro, deve essere tale che, a giudizio del Direttore dei Lavori, gli operai possano eseguire il loro lavoro con libertà di azione e tranquillità.

L'onere per lo scavo delle nicchie stesse è compensato con il prezzo dello scavo teorico di progetto per la posa della condotta.

b5) Profondità

La profondità di posa è indicata nei disegni di progetto.

b6) Precauzioni da aversi durante i lavori

Durante l'esecuzione dei lavori di posa, debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati.

Si impedirà quindi, con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguate sorveglianze nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi ecc. che possono danneggiare le tubazioni e gli apparecchi.

Con opportune arginature e deviazioni, si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterri parziali - senza comunque interessare i giunti - che, verificandosi nonostante ogni precauzione la inondazione dei cavi, le condotte possano essere sollevate dalle acque.

Ogni danno di qualsiasi entità, che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele, è a carico dell'Appaltatore. Le estremità di ciascun tratto di condotta in corso di impianto debbono essere tenute chiuse con tappo di legno. E' vietato praticare tale chiusura in modo diverso.

b7) Integrità dei rivestimenti delle tubazioni d'acciaio

L'Appaltatore assume, con la stipula del contratto, l'intera e piena responsabilità dell'integrità dei rivestimenti delle tubazioni d'acciaio durante i trasporti e durante tutte le operazioni per la costruzione, fino a dare la condotta posata, giuntata e provata.

Esso è quindi tenuto, a suo carico, a rilevare accuratamente, all'atto di prendere in consegna le tubazioni dal fabbricante, lo stato dei rivestimenti di ogni singolo tubo o pezzo speciale.

Durante le operazioni di carico e scarico i tubi, singoli o in fascio, non devono essere sostenuti con funi o con catene, ma con larghe bande di tela gommata od imbottita; se i tubi hanno un diametro maggiore di 100 mm è consigliabile manovrarli singolarmente agganciandoli alle due estremità.

I tubi devono essere accatastati in modo che le estremità a flangia o a bicchiere non penetrino nel rivestimento dei tubi sovrastanti e sottostanti; tra i vari strati si dovranno interporre dei listoni di legno di protezione, o meglio dei materassini di paglia, in modo da ottenere una distanza sufficiente ad impedire l'incollamento fra i rivestimenti dei tubi. Il numero, l'intervallo e la forma dei listelli di protezione devono essere tali da impedire la flessione dei tubi e da limitare la pressione di contatto: si deve limitare l'altezza delle cataste per evitare lo schiacciamento del rivestimento dei tubi posti negli strati inferiori, tenendo presente le condizioni ambientali (in particolar modo la temperatura).

Durante il trasporto in automezzo, i tubi devono essere sistemati in modo da impedire le oscillazioni e gli sfregamenti; i montanti contro i quali poggiano i tubi esterni devono essere convenientemente imbottiti o fasciati con materiali morbidi (paglia, stracci ecc.).

I tubi non devono essere lasciati cadere a terra, rotolati o strisciati, ma sollevati e trasportati sul luogo di impiego con cura per evitare danni al rivestimento. La zona di accatastamento deve avere una superficie di appoggio piana e priva di ghiaia pietre od altri oggetti acuminati che possono penetrare nel rivestimento; deve inoltre essere sgomberata dalla gramigna che ha il potere di intaccare i rivestimenti a base di bitume.

E' consigliabile chiudere le estremità dei tubi rivestiti internamente per evitare che la polvere od altri corpi estranei penetrino nell'interno ed aderiscano al rivestimento.

Il collocamento in opera dei tubi di acciaio deve essere preceduto da accurate ispezioni sullo stato dei rivestimenti protettivi e da **quelle prove dell'integrità di esso che saranno disposte dalla Direzione Lavori**, onde accertare l'assenza di abrasioni o lesioni dell'involucro in modo che il tubo risulti integralmente protetto.

Per accertare l'integrità dei rivestimenti, l'Appaltatore dovrà provvedersi di rilevatori a scintilla alimentati da spinterogeni, nei quali la distanza delle punte dello scaricatore non dovrà essere inferiore a 1,5 volte lo spessore del rivestimento da controllare.

Tale accertamento verrà effettuato prima di calare le colonne od i singoli tubi nello scavo, procedendo ad una accurata revisione del rivestimento, mediante l'uso del detector di cui sopra tarato a 15'600 V, per individuare le zone di lesione e ripararle. La riparazione verrà eseguita asportando accuratamente tutta la parte danneggiata e applicando successivamente fasce o manicotti termorestringenti.

Qualora si constati un danno ai rivestimenti, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sue spese e secondo le norme del presente Capitolato in appresso specificato, alle riparazioni che saranno ordinate dalla Direzione Lavori.

Qualora non sia possibile procedere alle riparazioni l'Appaltatore dovrà sostituire i tubi o pezzi speciali danneggiati con altri aventi il rivestimento integro.

Tutti gli oneri relativi a dette prestazioni sono compresi nei prezzi unitari per la posa in opera, giunzione e prova delle condotte in acciaio.

b8) Riparazione delle lesioni al rivestimento applicato ai tubi in acciaio

Tutte le volte che un tubo di acciaio si presenti a piè d'opera con il rivestimento lesionato, sia longitudinalmente che trasversalmente, prima di rifiutare l'impiego del tubo, la Direzione dei Lavori potrà a suo insindacabile giudizio consentire, ove le lesioni siano di modesta entità, che i rivestimenti lesionati vengano restaurati, mentre per lesioni di maggiore entità si procederà all'applicazione di fasce o manicotti termorestringenti.

La riuscita del restauro del rivestimento dovrà essere sempre controllata con detector.

b9) Posa in opera dei tubi

Dopo che i tubi saranno stati trasportati a piè d'opera lungo i tratti di condotte da eseguire e saranno state raggiunte le profondità di scavo fissato nei profili, l'Appaltatore farà porre e quotare, con canne metriche e livello a cannocchiale, dei picchetti sia nei punti del fondo della vasca che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta, sia in punti intermedi in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 20 m.

Con riferimento a detti picchetti, verrà ritoccato e perfettamente livellato il fondo della fossa predisponendo il letto di posa; verranno quindi disposte delle travi di legno in posizione tale che una delle facce sia a piombo con il centro del picchetto corrispondente.

Queste travi verranno situate ad un'altezza costante sul piano di posa: questa altezza corrisponderà al diametro massimo esterno del tubo da posare, maggiorato di una misura costante.

Su ciascuna trave si tratterà con precisione l'allineamento tra vertice e vertice; quindi si procederà allo scavo delle nicchie per l'esecuzione delle giunzioni ed alla perfetta sistemazione del fondo della fossa, come verrà prescritto dalla Direzione Lavori.

I tubi verranno calati nella fossa con mezzi adeguati a preservare l'integrità sia della struttura che del rivestimento (come già specificato precedentemente) e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni, facendo riferimento ad una cordicella tesa fra le travi precedentemente descritte.

I tubi, su proposta dell'Appaltatore e previa autorizzazione dell'Appaltatore, potranno essere saldati anche fuori opera, per tronchi costituiti da non più di 5-6 elementi normali della massima lunghezza. In tal caso, particolarmente accurata, dovrà essere la discesa del tubo stesso.

Prima di essere calati nei cavi tutti i tubi dovranno essere puliti accuratamente nell'interno delle materie che eventualmente vi fossero depositate; quindi saranno battuti a piccoli colpi di martello, per accertare che non vi siano rotture, né soffiature, né camere d'aria.

Inoltre, dato che il montaggio in questo caso viene effettuato completamente fuori terra, si eseguirà una prima prova di tenuta delle giunzioni ed il successivo rivestimento della zona del giunto prima di collocare le tubazioni nello scavo.

La tubazione verrà portata in pressione con aria compressa a 6-7 atm ed i giunti verranno controllati con acqua fortemente saponata. Quest'ultima prova verrà esclusa se le giunzioni nello scavo rimarranno con possibilità di controllo durante la prova idraulica.

Salvo quanto riguarda in particolare la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta deve essere disposto e rettificato in modo che l'asse del tubo unisca con uniforme pendenza i diversi punti che verranno fissati con appositi picchetti, in modo da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico di progetto approvate dalla Direzione Lavori con le varianti che potranno essere disposte dalla Direzione stessa.

In particolare non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza dei punti in cui fossero stati previsti sfiati e scarichi. Nel caso che nonostante tutto, queste si verificassero, l'Appaltatore dovrà sottostare a tutti quei maggiori oneri che, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, saranno ritenuti necessari per rettificare la tubazione, compreso quello di rimuovere la tubatura già posata e ricostruirla nel modo prescritto.

Nessun tratto di tubazione deve essere posato in orizzontale. I bicchieri, anche se trattasi di giunto a bicchiere sferico saldato, debbono essere sempre rivolti verso i punti a quota maggiore.

Gli assi dei tubi consecutivi debbono essere rigorosamente disposti su una retta. Sono solo consentite deviazioni sino ad un massimo di cinque gradi nei tubi con giunto saldato, allo scopo di consentire la formazione di curve a grande raggio.

I tubi debbono essere disposti in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza.

b10) Giunzioni per tubazioni di ghisa e d'acciaio a flangia

Questo giunto è adoperato normalmente per il collegamento di pezzi speciali ed apparecchi.

Il giunto consiste nell'unione mediante bulloni a vite di due flange - poste alle estremità dei tubi, o pezzi speciali od apparecchi da collegare - fra le quali sia stata interposta una guarnizione ricavata da piombo in lastra di spessore non minore di mm 3 o in gomma (o in cuoi) dello spessore minimo di mm 5 con interposto doppio strato di tela.

Le guarnizioni avranno la forma di un anello piatto il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale a quello esterno della flangia. E' assolutamente vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto. Quando, per particolari condizioni di posa delle condotte sia indispensabile l'impiego di ringrossi fra le flange, questi debbono essere di ghisa o di ferro e posti in opera con guarnizioni su entrambe le facce. E' vietato in modo assoluto ingrassare le guarnizioni.

I dadi dei bulloni saranno stretti gradualmente e successivamente per coppie di bulloni posti alle estremità di uno stesso diametro, evitando di produrre con anormali sollecitazioni della flangia la rottura di questa.

Stretti i bulloni, la rondella sarà ribattuta energicamente tutto intorno con adatto calcatoio e col martello per ottenere una perfetta tenuta.

b11) Giunzioni con saldatura elettrica per tubi di acciaio

Le saldature verranno eseguite secondo le prescrizioni contenute nelle "Norme Generali concernenti l'esecuzione e l'impiego della saldature elettrica" adottate dal Ministero delle Comunicazioni e stabilite nel D.M. 26 Febbraio 1926, integrato con la circolare in data 20 Novembre 1939 e successive.

Dovranno inoltre tenersi presenti, qualora all'atto dell'appalto non fossero già definitivamente approvate - nel qual caso diverranno vincolanti - le proposte di "Norme per l'esecuzione in cantiere ed il collaudo delle giunzioni circolari mediante saldatura dei tubi di acciaio per condotte d'acqua" dell'A.N.D.I.S., riportate nel fascicolo di Gennaio/Febrero n. 1 del 1962 della rivista "Ingegneria Sanitaria".

L'Appaltatore dovrà presentare all'Appaltante documenti che provino di aver eseguito opere saldate elettricamente o quanto meno di avere alle dipendenze operai specializzati in tali saldature.

Le saldature dovranno essere effettuate con temperatura ambiente uguale o superiore a +3 C; per temperature più basse dovrà essere concordato un opportuno trattamento di preriscaldamento; si dovrà evitare di effettuare saldature quando le condizioni atmosferiche di pioggia, forte umidità, vento siano giudicate pregiudizievoli per la buona esecuzione delle saldature stesse.

La Direzione Lavori sarà comunque chiamata a decidere in merito.

b12) Fasce e manicotti termorestringenti

Le fasce e i manicotti termorestringenti sono costituiti da un supporto di uno speciale polietilene, reticolato per bombardamento con elettroni, e da uno strato di mastice adesivo.

Le fasce sono avvolte intorno al tubo e sigillate con un nastro adesivo termorestringente, mentre i manicotti sono infilati intorno ad esso prima del suo collegamento alla tubazione. Prima dell'applicazione la superficie metallica da rivestire (in genere, giunti di saldatura, giunti a bicchiere, giunti isolanti, curve) deve essere preriscaldata ad una temperatura di circa 60 C.

Dopo aver messo in posto la fascia o il manicotto, essi sono riscaldati dall'esterno con una fiamma, a cominciare dalla parte centrale e procedendo poi verso le loro estremità. Per effetto del calore il materiale si ritira e va ad aderire fortemente sul tubo; il mastice va a riempire tutte le cavità più piccole e sigilla i bordi esterni.

b13) Murature di contrasto e d'ancoraggio

In corrispondenza della parte convessa delle curve, sia altimetriche che planimetriche, saranno costruiti ancoraggi di calcestruzzo per contrastare la spinta che si verifica in corrispondenza della deviazione e per ripartire congruamente la spinta sul terreno di posa.

Dette murature avranno le dimensioni che saranno indicate caso per caso dal Direttore dei Lavori o nei disegni di Progetto.

Si ripete quanto già detto precedentemente e cioè, dove la tubazione attraversa le pareti di manufatti in muratura o in calcestruzzo (quali ancoraggi, selle di appoggio, pozzetti ecc.) si deve aver cura che nella zona di attraversamento il rivestimento isolante già esistente sul tubo rimanga integro.

c) PROVA DELLE CONDOTTE

L'Appaltatore è strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente all'esecuzione delle giunzioni la costruzione delle murature di contrasto e di ancoraggio. Successivamente non appena scaduti i termini di stagionatura delle murature avanti dette, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove.

Tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possono derivare alle tubazioni, alla fossa, ai lavori in genere ed alle proprietà dei terreni, a causa dei ritardi nelle operazioni suddette, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Le prove saranno effettuate per tratti di lunghezza media di 100 m restando però in facoltà della Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, aumentare o diminuire tali lunghezze.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte dell'Appaltatore. Dovrà quindi approvvigionare l'acqua per il riempimento delle tubazioni, i piatti di chiusura, le pompe, rubinetti, raccordi, guarnizioni e manometri registratori muniti di certificato di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale.

Saranno inoltre effettuati, a cura e spese dell'Appaltatore, la provvista di materiali e di tutti i lavori occorrenti per sbadacchiature ed ancoraggi provvisori delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni nel modo più perfetto così da non dar luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.

Le prove da eseguirsi in ogni tratto saranno due: una a giunti scoperti e condotta seminterrata, l'altra a cavo chiuso.

Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prova, il personale della Direzione Lavori, in contraddittorio con quello dell'Appaltatore, eseguirà la visita accuratissima di tutti i giunti.

A tale scopo, all'inizio della prova, devono essere bene aperte e sgombre tutte le nicchie ed i singoli giunti debbono risultare puliti e asciutti perfettamente.

Qualora la prima prova non abbia dato risultati con formi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubi, la prova dovrà essere ripetuta per tutta la durata alle medesime condizioni.

Tutte le predette operazioni, compreso il vuotamento ed il nuovo riempimento della condotta e tutto quanto altro possa occorrere per la ripetizione della prova, sono a totale carico dell'Appaltatore.

La buona riuscita della prova sarà dimostrata dai concordi risultati dell'esame dei giunti e del grafico del manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione di tutti i giunti.

Eseguita la prima prova con esito favorevole, si procederà al rinterro della condotta adoperando le materie scavate in precedenza, sempre se ritenute idonee dalla Direzione Lavori e compattandole con la massima cura.

La rimozione e la sostituzione dei tubi che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Appaltatore, così come pure la posa dei nuovi tubi.

Le due prove saranno eseguite ad una pressione pari ad una volta e mezzo quella manometrica di mandata e, in ogni caso, non inferiore alle 10 atm.

Entrambe le prove avranno la durata di 6 ore.

Le prove saranno effettuate riempiendo d'acqua la tratta da provare e raggiungendo la pressione stabilita mediante pressa idraulica da applicarsi all'estremo più depresso della tratta stessa. La pressione di prova dovrà essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di una atmosfera al minuto primo.

La pressione sarà mantenuta costante per 6 ore con piccoli colpi di pompa, ove occorra, a reintegro del volume di acqua assorbito. Se la pressione di prova non può essere mantenuta altro che con pompaggio continuo, la prova deve ritenersi negativa.

La prova sarà ritenuta favorevole soltanto quando non si abbia alcuna perdita alle giunzioni e lungo le tubazioni e le variazioni di pressione segnalate del manometro registratore, controllate con un manometro, siano completamente giustificate e comunque non superiori al 10%.

Reinterrato completamente il cavo, sarà ripetuta la prova per la durata di 6 ore alla pressione sopra indicata.

d) MISURAZIONE E PAGAMENTO

La fornitura e la posa in opera delle tubazioni formanti la condotta e dei pezzi speciali di qualsiasi tipo, saranno valutati secondo la voce di elenco prezzi.

Nel prezzo della fornitura e posa in opera dei collettori si intende compreso ogni onere oltre che per la fornitura, per il trasporto, carico, scarico, magazzinaggio, revisione e posa dei pezzi speciali come sopra detto, per la formazione dei giunti saldati o flangiati, per il ripristino del rivestimento con manicotti o fasce termorestringenti, nonché per la pulizia finale, le prove di tenuta e il lavaggio della condotta.

Detto prezzo comprende altresì ogni onere derivante all'impresa per il fatto che posa e montaggio delle condotte debbono essere effettuate da operai specializzati.

4 - TUBAZIONI IN CALCESTRUZZO

a) materiali

NORME GENERALI

La costruzione di manufatti prefabbricati in calcestruzzo vibrato o turbo vibro compresso anche armato fabbricati in serie previsti in progetto e che assolvono alle funzioni idrauliche e caratteristiche indicate nel presente articolo per gli usi previsti nel presente progetto, e soggetta, in linea generale, alla preventiva comunicazione all'ente appaltante tramite la Direzione Lavori alla quale l'Appaltante con apposita relazione dovrà:

- a) descrivere ciascun tipo di struttura indicando le possibili applicazioni e fornire i calcoli relativi, con particolare riguardo a quelli riferentesi a tutto il comportamento sotto carico fino a fessurazione e rottura come più avanti specificato;
- b) precisare le caratteristiche dei materiali impiegati sulla scorta di prove eseguite presso laboratori ufficiali;
- c) indicare, in modo particolareggiato, i metodi costruttivi ed i procedimenti per l'esecuzione delle strutture prefabbricate e quindi in particolare per i collettori circolari, e per i pozzetti-caditoie;
- d) indicare i risultati delle prove eseguite presso uno dei laboratori ufficiali prescritti per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio e precompresso.

Tutti gli elementi prefabbricati dovranno essere chiaramente e durevolmente contrassegnati onde si possa individuare la serie di origine.

L'Appaltatore è tenuto a fornire tutte le prescrizioni relative alle operazioni di trasporto e di montaggio dei manufatti approvvigionati presso una determinata ditta produttrice.

La responsabilità della rispondenza dei prodotti rimane comunque a carico dell'Appaltatore.

L'Appaltante si riserva il diritto di controllare e seguire la costruzione degli elementi prefabbricati direttamente presso gli impianti di prefabbricazione.

Gli spostamenti dei prodotti prefabbricati dovranno essere di preferenza eseguiti con sistemi meccanici e con tutti gli accorgimenti affinché siano indotte, specialmente nei prodotti di recente fabbricazione, le minori possibili sollecitazioni secondarie.

Le installazioni generali del cantiere di prefabbricazione dovranno essere dotate, tra l'altro, anche di un laboratorio attrezzato per tutte le prove di controllo riguardanti la granulometria degli incerti, la lavorabilità e la resistenza dei calcestruzzi, nonché i mezzi e le installazioni per le prove di collaudo dei prodotti prefabbricati.

Gli impianti, le attrezzature ed i macchinari di tale laboratorio dovranno essere messi gratuitamente a disposizione dell'Appaltante per l'eventuale effettuazione di prove per l'accettazione dei materiali e dei prefabbricati, oltre a quelle previste dal presente articolo.

RIFERIMENTO A NORME E REGOLAMENTI

In mancanza di particolari norme (UNI, regolamenti, circolari ministeriali, ecc.) la fornitura dei prefabbricati in genere previsti nel presente progetto dovranno rispondere alle norme DIN 4032 e 4035 che di seguito vengono richiamate per la parte interessante le opere del presente progetto.

In ogni caso e **per quanto riguarda non in contrasto con le suddette norme DIN 4032 e 4035**, si richiama l'osservanza oltre che del vigente regolamento e prescrizioni ministeriali per le opere in conglomerato cementizio normale ed armato (legge n. 1086 e D.M. n. 01/04/83 più volte richiamati) della circolare ministeriale n. 20 del 31/07/53 e n° 27291 del 2/3/86, del D.M. 14/2/92, delle norme UNI 0429 e 0521 riguardanti i manufatti lapidei

stradali e infine, sia pure per la parte assimilabile ai prefabbricati oggetto del presente articolo, le norme UNI 5341/63 relative alle tubazioni per fognature urbane stradali in cemento amianto ed alle UNI 9534.

TIPO DI CEMENTO, DOSAGGIO

Il CEMENTO da utilizzare per la costruzione delle tubazioni per fognatura bianca dovrà essere del tipo POZZOLANICO.

Il dosaggio del cemento, le caratteristiche della curva granulometrica e il rapporto acqua cemento usati nella costruzione dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori, così come pure dovrà essere approvato l'uso e la relativa quantità di additivi impiegati nei getti.

IMPERMEABILITA' DELL'ACQUA (riferimento DIN 4032)

I tubi vengono considerati impermeabili a tenuta d'acqua quando, durante la prova di cui a norme DIN 4032, l'assorbimento dell'acqua dalla parete, ad una pressione di 5 m di colonna d'acqua, non superi il valore indicato nella seguente tabella durante un tempo di prova di 15', anche se si manifestano delle macchie di umidità o alcune gocce sulla parete del tubo.

Decisivo è il valore medio di una prova ed alcuni tubi possono anche superare questo valore sino al 30%.

| DIAMETRO (cm) | Assorbimento massimo in 15' con 0,5 atm (cm ³ /m) |
|---------------|--|
| 40 | 210 |
| 50 | 270 |
| 60 | 300 |
| 80 | 360 |
| 100 | 440 |
| 120 | 520 |
| 140 | 600 |

superiori a 140 cm o per i tubi rettangolari si farà riferimento al valore di 140 cm³ per ogni metro quadrato di superficie interna della tubazione.

RESISTENZA

Sempre con riferimento ai metodi di prova di cui a norme DIN 4032 i valori minimi di carico di compressione sono indicati nella seguente tabella in Kg/m:

| D (cm) | Resistenza minima alla compressione (Kg/m) |
|--------|--|
| 40 | 3'200 |
| 50 | 3'500 |
| 60 | 3'800 |
| 80 | 4'300 |
| 100 | 4'900 |
| 120 | 5'500 |
| 140 | 6'000 |

GARANZIE PER LA TENUTA

I tubi dovranno essere fabbricati in officina o cantieri debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti di qualità di tutti i prodotti: a tale fine, tutte le operazioni che compongono il processo di lavorazione, dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato.

Le tubazioni dovranno essere esenti da fori passanti, poste in opera su base d'appoggio continua, con TIR-FOR idraulico o manuale, con l'ausilio di apparecchiature laser di controllo della quota di posa.

L'anello di tenuta, se di tipo incorporato, dovrà essere opportunamente protetto da un anello in polistirolo espanso, in modo da assicurare sempre la pulizia del giunto al momento dell'assemblaggio nonché formare la camera vuota per assicurare l'angolazione e l'espansione della gomma compressa.

GUARNIZIONI IN GOMMA

a) Guarnizioni incorporate nel giunto.

Le guarnizioni dovranno essere del tipo incorporato nel giunto durante la produzione mediante apposita linguetta annegata nel getto. L'anello di tenuta dovrà essere protetto da un anello in polistirolo espanso da togliersi al momento della giunzione tra le tubazioni previa applicazione sul maschio di apposito lubrificante compatibile con la

gomma stessa. La gomma dovrà essere sottoposta a controlli di qualità certificati, rispondere alle norme UNI 4920, DIN 4060, EN 681.1 e aver la capacità di resistere ad almeno due anni di stoccaggio all'esterno senza perdere le seguenti caratteristiche:

| | | | |
|----------------------------|-----------|-------------|------|
| - Durezza | | 40/50/60 | IRHD |
| - Resistenza alla trazione | 9 | | Mpa |
| - Allungamento | | 450/400/325 | % |
| - Deformazione permanente | | | |
| | 72 h/23°C | 10 | % |
| | 24 h/70°C | 25 | % |

La larghezza dell'area di tenuta della guarnizione dovrà garantire il raggiungimento del rapporto 0.75 tra larghezza della stessa compressa e la distanza tra il maschio e la femmina.

Le tolleranze dimensionali permesse nella circolarità del maschio e della femmina sono comprese tra il 2 e l'uno per mille della lunghezza del diametro.

I valori intermedi saranno ottenuti interpolando linearmente tra il valore max del diametro di mm. 2000, a cui corrisponde l'uno per mille, e il valore minimo di 300 mm. a cui corrisponde il due per mille.

Tali tolleranze saranno controllate a discrezione della D.L. con appositi calibri da procurarsi a cura e spese dell'appaltatore.

b) Guarnizioni a rotolamento.

La guarnizione avrà una forma geometrica da garantire il raggiungimento durante la fase di assemblaggio della posizione più adatta alla tenuta. Tale posizione dovrà essere assicurata sia dalla forma del giunto (maschio e femmina) sia dalla precisione con la quale esso deve essere costruito: la posizione di tenuta dovrà essere raggiunta con una rotazione di 180° della guarnizione.

Le tolleranze ammesse nelle dimensioni del maschio e della femmina sono uguali a quelle del punto precedente (a).

La gomma dovrà essere assoggettata agli stessi controlli ed alla stessa normativa riportati nel medesimo articolo.

Nell'assemblaggio sarà fatto assoluto divieto di uso di lubrificate.

c) Guarnizioni a scorrimento.

La guarnizione a scorrimento dovrà assicurare con la forma ed il lubrificante in essa contenuto, il raggiungimento della posizione ottimale di tenuta senza alcun movimento della guarnizione stessa.

Questo risultato sarà garantito dalle seguenti caratteristiche dei materiali impiegati:

- gomma: rispetto delle normative e delle prestazioni richieste nel punto a;
- giunto (maschio e femmina): disegno e dimensioni tali da consentire lo scorrimento del maschio sulla gomma senza alcun contatto tra calcestruzzo e calcestruzzo;
- tolleranze dimensionali: il maschio e la femmina dovranno rispettare le tolleranze stabilite nel punto a;
- lubrificante: dovrà essere tale da non perdere le proprie caratteristiche per il medesimo periodo di stoccaggio della gomma.

CONTROLLI E COLLAUDI

a) Controlli e prove di qualità

La qualità dei tubi può essere accertata:

- . mediante un documento che comprova la sorveglianza continua della qualità
- . presentando un certificato di prova da parte di un laboratorio ufficialmente riconosciuto premesso che:
 - i tubi non devono essere più vecchi di un anno e mezzo;
 - i provini (pezzi di prova) sono stati prelevati ufficialmente da esperti ed in numero sufficiente;

- il fornitore deve assicurare contemporaneamente che la qualità del suo prodotto corrisponda all'esito della prova ufficiale a tale assicurazione deve essere documentata da prove continue nello stabilimento di produzione o in un laboratorio ufficiale;

b) Collaudi

Se il Direttore dei Lavori richiede oltre al certificato di qualità di cui sopra una prova di collaudo nel caso singolo, egli può scegliere i pezzi di prova occorrenti da tubi pronti per la spedizione o da tubi già forniti.

E' da osservare che per tale prova dovranno essere scelti solamente pezzi non danneggiati e la ditta fornitrice deve essere informata prima del prelievo per poter essere presente durante la scelta.

La spesa della prova di collaudo e dei pezzi di prova impiegati per le singole prove è a carico della ditta fornitrice.

Le prove di collaudo possono essere eseguite, d'accordo con l'Appaltatore, anche nella fabbrica stessa, se le attrezzature occorrenti per la prova sono riconosciute idonee dalla Direzione dei Lavori.

PROVE

Per quanto riguarda la descrizione dei metodi di prova si rimanda alle più volte citate norme DIN 4032.

c) esecuzione

I collettori in calcestruzzo prefabbricati in calcestruzzo normale anche armato saranno posti in opera sempre all'asciutto con le seguenti modalità:

- 1) livellazione dello scavo secondo la pendenza stabilita in progetto;
- 2) getto del sottofondo in calcestruzzo magro dello spessore indicato nei disegni esecutivi delle tubazioni;
- 3) messa in opera dei collettori, pozzetti, pezzi speciali ed apparecchi, caditoie prefabbricate, ecc. che devono essere discesi con cura nelle trincee e nei cunicoli dove debbono essere posati, evitando urti, cadute, ecc.. I singoli elementi saranno calati il più possibile vicino al posto che dovranno avere in opera evitando spostamenti notevoli entro il cavo;
- 4) accostamento dei singoli elementi dei collettori e perfetto incastro dei giunto con interposizione della guarnizione di tenuta in gomma, sigillatura interna ed esterna del giunto con malta di cemento, solo per tubazioni con guarnizioni del tipo a rotolamento o scorrimento;
- 5) rinfianco e primo riempimento eseguito a mano con sabbia o con materiale vagliato proveniente dagli scavi se giudicato idoneo dalla Direzione Lavori;
- 6) incastro con getto incorporato nella cameretta di ispezione.

La posizione degli sghebbi di immissione e la direzione della bocca di immissione sarà stabilita al momento dalla Direzione Lavori e corrisponderà comunque ai disegni di progetto.

Il getto del sottofondo va attuato con ogni cura e con costipamento a mano e meccanico.

Le norme di cui ai precedenti punti integrate da quanto stabilito nella circolare Ministero LL.PP. n. 3598 del 12/09/67, valgono anche per la messa in opera dei pozzetti prefabbricati, e per caditoie stradali.

Nel rinterro dovranno usarsi tutte le necessarie precauzioni ed il rinterro stesso dovrà avvenire per strati dello spessore massimo di 30 cm. Ogni strato dovrà essere battuto con mazzaranghe o vibratori meccanici (piastra vibrante) e inumidito, del caso, per ottenere un ottimo e rapido costipamento.

In ogni caso, per almeno i primi 10 cm, il rinterro dovrà essere eseguito con materiale sciolto e vagliato, privo di sassi od altri corpi estranei quali mattoni, legni, pietre, ecc..

Ovunque non sia d'intralcio al traffico e salvo l'ordinazione da parte della Direzione Lavori della pavimentazione provvisoria, il riempimento va eseguito con la calma necessaria.

Il trasporto ai luoghi di impiego degli elementi prefabbricati avrà luogo con i mezzi e le modalità che l'Impresa riterrà più idonei e convenienti, ma sempre in modo tale da evitare ogni e qualsiasi danneggiamento del materiale restando a questo riguardo nella piena e insindacabile facoltà dell'Appaltatore di rifiutare il collocamento in opera del materiale degradato.

La posa in opera avverrà in conformità dei tracciati esecutivi di progetto e dei profili in esso fissati.

Di norma i prodotti prefabbricati a maturazione compiuta e ad accettazione avvenuta, saranno trasportati sul luogo di impiego per essere collocati in opera.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di far depositare presso piazzali di deposito della ditta prefabbricatrice parte della produzione (sino ad un massimo corrispondente alla produzione normale di un mese), qualora si renda impossibile il trasporto degli elementi prefabbricati lungo i tracciati di posa.

d) misurazione e pagamento

Si fa riferimento a quanto indicato per i collettori in grès ceramico.

5 - TUBAZIONI IN PVC

5.1 Generalità

Saranno impiegati, secondo le direttive della Direzione Lavori, tubi del tipo 301 (esclusivamente per i pluviali), 302 o 303, rispondenti rispettivamente alle norme UNI 7443-75 e 7447-75 per tipo, dimensioni e caratteristiche. Le modalità di prova rispetteranno la norma UNI 7448-75.

Per le tubazioni interrato convoglianti liquidi, l'unica modalità di giuntura ammessa è quella con giunto a bicchiere munito di anello di tenuta in materiale elastomerico.

Ciascuna tubazione dovrà riportare per impressione l'indicazione del nome del fabbricante, del diametro esterno, del tipo e della pressione di esercizio.

Tutti i tubi, i raccordi e gli accessori in PVC dovranno essere contrassegnati con il marchio di qualità I.I.P..

Le tubazioni dovranno presentare la superficie interna ed esterna liscia ed uniforme, esente da irregolarità e difetti. La superficie interna della sezione dovrà essere compatta, esente da cavità e da bolle.

I tubi dovranno essere in barre da m 6 o di lunghezza inferiore, a seconda delle necessità, e dovranno essere diritti ed a sezione uniforme, perfettamente sagomati.

Nel trasporto i tubi devono essere supportati per tutta la loro lunghezza, onde evitare di danneggiare le estremità a causa di vibrazioni. Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari; se si usano cavi di acciaio devono essere protetti nella zona di contatto con i tubi.

Si deve tener presente che a basse temperature aumenta la possibilità di rottura; in tali condizioni il trasporto deve essere effettuato con la dovuta cautela.

Le operazioni di carico e scarico come per tutti gli altri materiali devono essere fatte con grande cura. I tubi non devono essere buttati nè fatti strisciare sulle sponde caricandoli sull'automezzo o scaricandoli dallo stesso, ma devono essere accuratamente sollevati ed appoggiati.

I tubi devono essere immagazzinati su una superficie piana, priva di parti taglienti ed esente da sostanze che potrebbero attaccare i tubi stessi, come ad esempio oleose e/o bituminose.

I tubi non devono essere accatastati ad un'altezza superiore a m 1,50 per evitare possibili deformazioni nel tempo. Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti.

Raccordi ed accessori saranno forniti, finchè possibile, in appositi imballaggi. Se sono forniti sfusi si dovrà avere cura, nel trasporto ed immagazzinamento, di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che essi possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di loro o con altri materiali pesanti.

5.2 Formazione di tubazioni in PVC:

a) esecuzione

Saranno impiegati tubi di PVC rigido (non plastificato) della serie pesante (tipo 303) con giunzione a bicchiere con anello di tenuta elastomerico, posati su letto di sabbia continuo dello spessore non inferiore a 10 cm, ben compattato e livellato secondo i piani di posa. Il rinfianco delle tubazioni dovrà pure essere effettuato con sabbia ed accuratamente costipato; dovrà inoltre essere riportata sabbia a copertura della tubazione fino ad uno spessore non inferiore a cm 15 sull'estradosso del tubo. Il rinterro della restante altezza della trincea fino al piano di campagna può essere effettuato con lo stesso materiale di scavo (sempre che non si tratti di torba, fanghi e materia organica o anche di argille o limo o comunque materiale non ritenuto idoneo dalla Direzione lavori), esente da elementi superiori a 100 mm e di residui animali e vegetali.

Il rinterro deve essere effettuato a strati successivi, dello spessore massimo di cm 30. Tali strati devono essere costipati (con pigiatoi piatti o con apparecchi di costipazione meccanica leggeri) almeno fino a un metro di copertura sul vertice della tubazione, l'uno dopo l'altro in modo che la densità della terra in sito raggiunga, a costipazione effettuata, il 90% del valore ottimale determinato con la prova di Proctor modificata.

Durante le operazioni di reinterro e di costipazione dovrà evitarsi che carichi pesanti transitino sulla trincea. Nei casi nei quali all'atto delle installazioni si prevedono escursioni di temperatura notevoli, tali cioè da mettere in pericolo la tenuta del giunto o la stabilità della tubazione, si deve provvedere ad interrompere la tubazione stessa con giunti di dilatazione opportunamente distanziati, generalmente realizzati a mezzo di raccordi con bicchiere lungo. La giunzione sarà effettuata secondo il seguente ordine di operazioni:

- . pulizia accurata della superficie esterna dell'estremità maschio del tubo e l'interno del bicchiere dell'altro tubo al quale il primo va aggiunto;
- . introduzione dell'anello di tenuta nell'apposita scanalatura del bicchiere;
- . lubrificazione della parte interna dell'anello e dell'estremità smussata del tubo maschio;
- . introduzione del tubo nel bicchiere sino a rifiuto;
- . ritiro del tubo di circa 3 mm per metro di elemento posato, ma mai meno di 10 mm.

Il montaggio sulla condotta di qual si voglia pezzo speciale si effettua negli stessi modi. Per assicurare la rettilineità dell'asse della tubazione (che deve risultare centrato nella trincea) devono essere usati soltanto rincalzature con sabbia della stessa natura del letto della tubazione e in nessun caso pezzi di pietra.

In caso di necessità, i tubi vanno tagliati normalmente al loro asse, soltanto a mezzo di sega a mano a denti fini o di fresa. Le estremità così tagliate, per essere introdotte nei bicchieri ad anelli di tenuta, devono essere smussate secondo angolazione del valore indicato dal fabbricante dei tubi (generalmente 15 gradi);

b) misurazione e pagamento

La valutazione delle tubazioni in PVC per condotti di fognatura stradale sarà effettuata per ogni metro lineare di sviluppo, effettivamente rilevato, per ogni centimetro di diametro esterno nominale, secondo la relativa voce di Elenco Prezzi.

5.3 Formazione di cavidotti

a) esecuzione

I cavidotti per la posa dei cavi elettrici, telefonici ecc., forniti dall'Appaltatore delle forniture elettromeccaniche saranno formati, secondo le indicazioni della Direzione Lavori, con uno o più tubi affiancati o sovrapposti di PVC rigido (non plastificato) tipo 302, con giunto a bicchiere del tipo da incollare, posati previo posizionamento con idonei distanziatori, entro un massello continuo in calcestruzzo magro, di spessore non inferiore a 10 cm all'intorno del tubo, intendendosi per tale anche lo spessore fra tubo e tubo in caso di posa affiancata o sovrapposta. All'atto della posa l'Appaltatore dovrà provvedere ad infilare un filo di ferro zincato di sezione adeguata all'interno di ciascun tubo, per consentire la successiva posa dei cavi elettrici. I cavidotti dovranno essere posati rispettando le pendenze indicate dalla Direzione Lavori, in modo che sia possibile lo scorrimento delle eventuali acque di penetrazione verso i pozzetti di scarico all'uopo predisposti.

b) misurazione e pagamento

I cavidotti con tubazioni in PVC, nei vari tipi descritti e specificati in progetto e dalle relative voci di Elenco Prezzi, saranno valutati a metro lineare di sviluppo effettivamente rilevato dal filo interno dei pozzetti di raccordo, compreso anche il filo di ferro zincato posto internamente ad ogni tubi in PVC.

6 - TUBAZIONI IN PEAD

6.1 Condotte in PEAD corrugato

Tubazione in polietilene ad alta densità (PEAD) a doppia parete per condotte di scarico interrate non in pressione, del diametro nominale esterno DN/OD come da indicazione progettuali, liscio internamente e di colore azzurro per facilitare l'ispezione televisiva con telecamera, corrugato esternamente di colore nero. Classe di rigidità anulare SN 8 kN/m² misurata secondo EN-ISO 9969, prodotto per coestrusione continua delle due pareti in conformità alla norma europea EN 13476-1 (luglio 2000) e norma UNI 10968-1 per tubi strutturati in PE di tipo B, certificato dal marchio "PIIP/a" e IIP rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici.

Le barre dovranno essere dotate di apposito bicchiere di giunzione oppure di manicotto di giunzione e di apposita guarnizione elastomerica di tenuta in EPDM realizzate in conformità alla norma Europea EN 681-1, da posizionare nella prima gola fra due corrugazioni successive della testata di tubo che verrà inserita nel bicchiere o nel manicotto.

Il tubo dovrà riportare la marcatura prevista del prEN 13476-1 (luglio 2000) e norma UNI 10968-1 e dovranno essere esibite:

- Certificazioni di collaudo alla flessibilità anulare secondo quanto previsto dal prEN 13476-1 (luglio 2000) e norma UNI 10968-1 con il metodo di prova descritto nella UNI EN 1446
- Certificazione di produzione in regime di qualità aziendale (UNI EN ISO 9001:2000)
- Certificazione di collaudo alla tenuta idraulica delle giunzioni secondo quanto previsto dal prEN 13476-1 (luglio 2000) e norma UNI 10968-1 con il metodo di prova descritto nella EN 1277
- Certificazione di collaudo di resistenza all'abrasione verificata in accordo alla norma DIN EN 295-3
- Certificazione IIP del sistema di giunzione

6.2 Pozzetto stampato in polietilene

Pozzetto modulare di polietilene, prodotto con polietilene vergine al 100%, avente densità 0.930 kg/dm³ (ISO 1183), fornito da azienda certificata UNI EN ISO 9001/2000.

Per altezze di posa fino a 5,0 m il pozzetto finito dovrà garantire la resistenza a pressione statica uguale alla pressione dell'acqua in condizioni di pieno carico; per altezze superiori dovrà garantire la tenuta alla pressione massima pari a 50 kPa. Per ispezione il pozzetto dovrà essere predisposto di grandini composti da pioli in alluminio rivestiti in polietilene in fase di stampaggio, con interasse costante di 250 mm (conferme alle DIN 19555, DIN 1264, DIN 4034T1, DIN 19549).

7 - PROVA IDRAULICA DEI COLLETTORI DI RETE NERA FUNZIONANTI A PELO LIBERO E A PRESSIONE

L'accettazione dei collettori da parte della Direzione Lavori è subordinata all'esecuzione della prova idraulica, come previsto dal D.M. 12/12/85 Norme tecniche relative alle tubazioni, da effettuarsi secondo le modalità di seguito indicate.

a) COLLETTORI A PELO LIBERO

Le tubazioni e i pozzetti d'ispezione e di raccordo devono essere costruiti a tenuta d'acqua. Tutte le bocche di apertura del tronco di linea da collaudare e delle sue eventuali diramazioni vanno chiuse ermeticamente mediante appositi tappi pneumatici a tenuta, dei quali uno munito di sfiato e colonna piezometrica di caricamento. Le linee deve venire tappata appena prima del riempimento con acqua, per evitare eventuali fenomeni di galleggiamento provocati da allagamenti imprevisti.

Il riempimento dovrà avvenire lentamente per consentire la completa evacuazione dell'aria contenuta nelle tubazioni, tramite l'apposito sfiato.

In funzione del tipo di materiale adottato è previsto un "tempo preliminare di riempimento" per consentire il completo assorbimento d'acqua da parte delle pareti delle tubazioni.

In particolare le norme DIN 4033 prevedono i seguenti tempi preliminari di riempimento:

- tubazioni in grès ceramico = 1 h
- tubazioni in materie plastiche = 1 h
- tubazioni in ghisa o acciaio senza rivestimento in malta di cemento = 1 h
- tubazioni in ghisa con rivestimento in malta di cemento alluminoso = 24 h
- tubazioni in cemento o cemento armato = 24 h

La pressione interna di collaudo è fissata in 0,5 bar, misurati sul punto più depresso del tratto esaminato.

La pressione di prova va mantenuta per 15', dopo di che il valore dei rabbocchi necessari va confrontato con i valori ammissibili in termini di perdite per metro quadrato di superficie bagnata.

I valori ammissibili di riferimento sono riportati nella tabella che segue:

| MATERIALE DEI CONDOTTI | NORMATIVA DI RIFERIMENTO | RABBOCCO IDRICO AMMISSIBILE 1/mq (in 15') |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| Grès ceramico | UNI-EN 295-3 | 0,07 |
| Ghisa sferoidale | UNI-EN 598 | 0,02 |
| Acciaio | DIN 4033 | 0,02 |
| Materie plastiche | DIN 4033 | 0,02 |
| Tubazioni in cemento: | | |
| DN 100 - 600 | DIN 4033 | 0,15 |
| DN 700 - 1000 | DIN 4033 | 0,13 |
| oltre DN 1000 | DIN 4033 | 0,10 |
| altre sezioni | DIN 4033 | 0,10 |

In luogo delle prove ad acqua, a discrezione della D.L. potranno essere eseguite prove ad aria che forniscono un risultato di tipo qualitativo.

La prova ad aria prevede che le tubazioni debbano poter resistere ad una pressione pari a 100 mm di colonna d'aria, preliminarmente la pressione va portata a 300 mm di colonna d'aria e mantenuta per 5 (cinque) minuti per consentire all'aria di portarsi all'equilibrio termico.

Nel caso di esito negativo delle prove di tenuta, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alla ricerca delle cause e provvedere alle necessarie riparazioni.

A ripristini ultimati si dovrà procedere alla ripetizione delle prove di collaudo.

I tratti interessati dal collaudo dovranno corrispondere ad almeno il 50% (cinquanta per cento) dell'estesa totale dei tratti posati, restando inteso che qualora l'esito fosse negativo, si estenderà la prova fino al 100% (cento per cento) delle tubazioni e si provvederà, a cura e spese dell'Impresa, all'ispezione televisiva completa delle linee posate con le modalità previste per tale tipo di intervento. Il collaudatore avrà comunque la facoltà, in sede di collaudo tecnico amministrativo, di richiedere la ripetizione o l'estensione delle prove di tenuta.

CONDOTTE IN PRESSIONE

L'Appaltatore è strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente all'esecuzione delle giunzioni la costruzione delle murature di contrasto e di ancoraggio. Successivamente non appena scaduti i termini di stagionatura delle murature avanti dette, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove.

Tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possono derivare alle tubazioni, alla fossa, ai lavori in genere ed alle proprietà dei terreni, a causa dei ritardi nelle operazioni suddette, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Le prove saranno effettuate per tratti di lunghezza media di 100 m restando però in facoltà della Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, aumentare o diminuire tali lunghezze.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte dell'Appaltatore. Dovrà quindi approvvigionare l'acqua per il riempimento delle tubazioni, i piatti di chiusura, le pompe, rubinetti, raccordi, guarnizioni e manometri registratori muniti di certificato di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale.

Saranno inoltre effettuati, a cura e spese dell'Appaltatore, la provvista di materiali e di tutti i lavori occorrenti per sbadacchiature ed ancoraggi provvisori delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni nel modo più perfetto così da non dar luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.

Le prove da eseguirsi in ogni tratto saranno due: una a giunti scoperti e condotta seminterrata, l'altra a scavo chiuso. Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prova, il personale della Direzione Lavori, in contraddittorio con quello dell'Appaltatore, eseguirà la visita accuratissima di tutti i giunti.

A tale scopo, all'inizio della prova, devono essere bene aperte e sgombre tutte le nicchie ed i singoli giunti debbono risultare puliti e asciutti perfettamente.

Qualora la prima prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubi, la prova dovrà essere ripetuta per tutta la sua durata alle medesime condizioni.

Tutte le predette operazioni, compreso il vuotamento ed il nuovo riempimento della condotta e tutto quanto altro possa occorrere per la ripetizione della prova, sono a totale carico dell'Appaltatore.

La buona riuscita della prova sarà dimostrata dai concordi risultati dell'esame dei giunti e del grafico del manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione di tutti i giunti.

Eseguita la prima prova con esito favorevole, si procederà al rinterro della condotta adoperando le materie scavate in precedenza, sempre se ritenute idonee dalla Direzione Lavori e compattandole con la massima cura.

La rimozione e la sostituzione dei tubi che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Appaltatore, così come pure la posa dei nuovi tubi.

Le due prove saranno eseguite ad una pressione pari a $p = 1,5 p_{\text{esercizio}}$ e comunque non inferiore a $p_{\text{esercizio}} + 5$ bar.

Entrambe le prove avranno la durata di 6 ore.

Le prove saranno effettuate riempiendo d'acqua la tratta da provare e raggiungendo la pressione stabilita, mediante prova idraulica da applicarsi all'estremo più depresso della tratta stessa.

La pressione di prova dovrà essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di una atmosfera al minuto primo.

La pressione sarà mantenuta costante per 6 ore con piccoli colpi di pompa, ove occorra, a reintegro del volume di acqua assorbito. Se la pressione di prova non può essere mantenuta altro che con pompaggio continuo, la prova deve ritenersi negativa.

La prova sarà ritenuta favorevole soltanto quando non si abbia alcuna perdita alle giunzioni e lungo le tubazioni e la variazioni di pressione segnalate del manometro registratore, controllate con un manometro, siano completamente giustificate e comunque non superiori all'1%.

Rinterrato completamente lo scavo, sarà ripetuta la prova per la durata di 6 ore alla pressione sopra indicata.

ART. 24

- APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE -

INDICE

| | |
|-------|---|
| 1.0 | GENERALITA' |
| 1.1 | PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI RELATIVE AI MATERIALI, ALLE NORME UNIFICATE ED ALLE MODALITÀ DI ESECUZIONE |
| 1.2 | TRATTAMENTI SUPERFICIALI |
| 1.3 | INSONORIZZAZIONE |
| 1.4 | POMPE CENTRIFUGHE |
| 1.5 | POMPE CENTRIFUGHE SOMMERGIBILI |
| 1.6 - | MOTORI ELETTRICI |
| 1.7 | APPARECCHIATURE ELETTRICHE IN GENERE |
| 1.8 | TUBI, PEZZI SPECIALI E APPARECCHIATURE IN ACCIAIO (per IMPIANTI di SOLLEVAMENTO) |
| 1.8.1 | Tubazioni in acciaio |
| 1.8.2 | Tubazioni in acciaio inossidabile |
| 1.9 | ACQUE DI 1° PIOGGIA |
| 1.9.1 | Riferimenti normativi e schema funzionale |
| 1.9.2 | Vasche di trattamento |
| 1.9.3 | Bacino di fitodepurazione |

1.0 - PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI RELATIVE ALLE APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE

1.1 PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI RELATIVE AI MATERIALI, ALLE NORME UNIFICATE ED ALLE MODALITÀ DI ESECUZIONE

Tutti i materiali impiegati nelle forniture dovranno essere della migliore qualità e privi di difetti, le lavorazioni dovranno rispondere, od essere superiori, a quelle richieste dalle norme standard nazionali unificate.

In particolare i materiali metallici (ghisa, acciai inossidabili, acciai speciali ecc.) e la loro lavorazione dovranno essere precisati e specificati nelle offerte e dovranno rispondere alle esistenti norme di unificazione dell'U.N.I. od a quelle analoghe di Enti stranieri riconosciuti (I.S.O., D.I.N., A.S.A., A.I.S.I. ecc.) di applicazione generale in Europa ed in Italia (C.E.E.).

I materiali elettrici, gli isolamenti, le classi di protezione dovranno essere riferiti e corrispondere anch'essi alle unificazioni vigenti (UNEL), alle norme C.E.I. ed ex E.N.P.I. nonché alle prescrizioni del D.P.R. n. 547 del 24/4/1955 ed a tutte quelle che in materia fossero state emanate alla data dell'invito.

Per le diverse forniture valgono le prescrizioni generali riportate negli articoli seguenti, tenendo presente che:

- . i motori e le apparecchiature elettriche dovranno essere etichettati in maniera chiaramente leggibile e inalterabile;
- . le tubazioni e le apparecchiature idrauliche e varie dovranno essere verniciate se non realizzate in acciaio inox con colorazioni differenziate previo benestare della Direzione Lavori;
- . per tutte le superfici metalliche dovrà essere precisato il tipo di verniciatura o di protezione superficiale, con indicazione delle modalità di preparazione delle superfici e degli spessori minimi garantiti. Tali trattamenti dovranno essere i più adatti alle condizioni di installazione e di funzionamento delle apparecchiature interessate.

1.2 - TRATTAMENTI SUPERFICIALI

I cicli di verniciatura da adottare, in funzione sia del tipo di aggressione ambientale, che delle varie funzioni e operazioni assegnate alle opere sono i seguenti:

- verniciature a base di resine epossidiche;
- verniciature a base di resine epossidiche del tipo "senza solvente" (diluente max 2%);
- verniciature a base di resine poliuretaniche;
- verniciature a base viniliche;
- verniciature a base epossipoliammidiche.

Qualora si voglia procedere a proteggere le opere metalliche con rivestimenti anticorrosivi di diversa natura, si dovrà darne espressa motivata ragione in sede di presentazione dei cicli di verniciatura.

In tal caso, sempreché le proposte vengano accolte, la Direzione dei Lavori potrà prescrivere l'effettuazione delle prove che ritenga del caso e subordinare l'accettazione dei prodotti all'ottenimento dei risultati che la Direzione stabilirà a suo insindacabile giudizio.

a) mescolazione e diluizione delle vernici

Prima dell'applicazione, la vernice deve essere accuratamente rimescolata sino a perfetta omogeneizzazione; il rimescolamento va ripetuto ad ogni prelievo dal contenitore principale, soprattutto quando si tratti di vernice ad elevato peso specifico.

La miscelazione delle vernici a due componenti va effettuata al momento d'uso, aggiungendo tutto il "reagente" (o indurente o catalizzatore) a tutta la "base" e rimescolando fino a completa omogeneizzazione. Qualora si debbano preparare quantitativi limitati di vernice, inferiori a quelli ottenibili mescolando l'intero contenuto della confezione di "base" o "reagente", si avrà cura di rispettare i rapporti stechiometrici, normalmente riferiti al peso delle vernici impiegate.

La diluizione delle vernici non è ammessa quando la temperatura ambiente sia inferiore a 10 C o superiore ai 40 C ovvero quando la temperatura delle superfici da proteggere sia compresa nei due intervalli 5 : 15 C e 35 : 50 C. Tale operazione va eseguita unicamente con i prodotti prescritti dal Fabbricante.

b) condizioni ambientali e atmosferiche

La temperatura delle superfici da rivestire non potrà essere inferiore ai 5 C e superiore ai 50 C e l'umidità relativa non dovrà assolutamente superare l'85%; in ogni caso le superfici stesse non potranno essere verniciate qualora siano anche solo leggermente umide.

c) verniciatura

Dovrà essere data in due o più mani, impiegando prodotto non diluito fino al conseguimento di uno spessore minimo indicato ai punti successivi.

Ciascuna mano sarà data appena la precedente sarà indurita al tatto.

Qualora si debbano effettuare a distanza di tempo dei ritocchi o dei rifacimenti, la superficie da ripristinare dovrà essere trattata con opportuni preparati, in grado di provocare un parziale rinvenimento chimico del film di pittura.

d) preparazione delle superfici

La preparazione delle superfici da effettuare sarà in accordo alle norme SSPC - SP3 - SVENSKS - ST3.

e) garanzie

Il rivestimento sarà considerato soddisfacente ai fini della garanzia se le superfici trattate non presenteranno, nella loro totalità, tracce di degradazione.

f) tipi di trattamento

Di seguito si riportano i cicli consigliati in funzione dell'ambiente di posa e del tipo di struttura da proteggere.

1° CASO - CONDIZIONI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE: atmosfera non aggressiva

Campi di impiego:

- Carpenteria, tubazioni, serbatoi.

Supporti e preparazione della superficie:

- Sabbatura commerciale - SSPC-SP3 - Svensk st.3.

Ciclo di verniciatura:

- applicazione di minio oleofenolico con spessore a film secco 50 microns;

- applicazione di vernice al clorocaucciù-alchidico con spessore a film secco di 120 microns.

CASO 2° - CONDIZIONI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE: atmosfera marina o in prossimità di bacini con liquami salmastri.

Campi di impiego:

carpenteria, tubazioni, serbatoi.

Supporti e preparazione della superficie:

sabbatura commerciale - SSPC - SP 6 - Svensk St. 3

Ciclo di verniciatura:

- applicazione di primer zincante organico bicomponente con spessore a film secco 40 microns;

- applicazione di vernice al clorocaucciù-alchidico con spessore a film secco di 120 microns.

3° CASO - CONDIZIONI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE: atmosfere industriali

Campi di impiego:

carpenteria, tubazioni, serbatoi.

Supporti e preparazione della superficie:

sabbatura al metallo quasi bianco - specifica SSPC. SP 10; norme SSA : Sa 2 - eseguita con graniglia di ghisa frantumata.

Ciclo di verniciatura:

- applicazione di primer zincante inorganico etilsilicato dello spessore a film secco di 50 microns;
- applicazione di vernice al clorocaucciù alchidico con spessore a film secco di 120 microns.

4° CASO - CONDIZIONI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE: atmosfere molto aggressive o industriali aggressive.

Campi di impiego:

carpenteria, tubazioni, serbatoi, macchine speciali non a contatto con acqua.

Supporti e preparazione delle superfici:

sabbatura al metallo quasi bianco - SSPC - SP10 - Svensk Sa2 1/2.

Ciclo di verniciatura:

- applicazione di primer zincante inorganico estilsilicato dello spessore a film secco di 50 microns.

5° CASO - CONDIZIONI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE: contatto con aggressivi chimici ed acqua (parte immersa).

Campi di impiego:

macchine speciali e relativa carpenteria.

Supporti e preparazione delle superfici:

sabbatura al metallo quasi bianco - SSPC - SP10 _ Svensk Sa2 1/2.

Ciclo di verniciatura:

- applicazione di primer zincante organico bicomponente a base di resine epossidiche con spessore a film secco di 40 microns minimo;
- applicazione di vernice epossidica al catrame di carbone fossile dello spessore minimo a film secco di 220 microns.

6° CASO - CONDIZIONI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE: alte temperature

Campi di impiego:

carpenteria, tubazioni, mantelli esterni, forni.

Supporti e preparazione delle superfici:

sabbatura al metallo bianco - SSPC - SP5 - Svensk Sa3.

Ciclo di verniciatura:

- applicazione di primer zincante inorganico etilsilicato con spessore film secco di 75 microns;
- applicazione di vernice all'alluminio siliconico dello spessore a film secco di 30 microns.

g) zincatura

Tale tipo di trattamento sarà adottato quando le verniciature indicate nei paragrafi precedenti non diano sufficienti garanzie, sia in relazione al tipo di aggressione ambientale, sia in relazione alle funzioni assegnate alle strutture metalliche da progettare.

La zincatura dovrà essere effettuata a caldo per immersione. I pezzi da zincare devono essere preventivamente puliti e sgrassati superficialmente con adeguato decappaggio. Dopo la zincatura i pezzi non devono essere assoggettati a

trattamenti termici. Sugli oggetti filettati, dopo la zincatura, non si devono effettuare ulteriori operazioni di finitura a mezzo di utensili.

. ZINCATURA DEI GIUNTI DI SALDATURA:

Per le giunzioni eseguite per saldatura si dovrà procedere al ripristino della zincatura, secondo le modalità appresso indicate:

- rimuovere lo zinco preesistente per una lunghezza non inferiore a 10 cm;
- pulire e irruvidire la superficie scoperta mediante spazzolatura meccanica;
- metallizzare le superfici mediante spruzzo di particelle di zinco allo stato plastico fino a raggiungere uno spessore non inferiore a 40 micron.

1.3 - INSONORIZZAZIONE

a) ambienti di lavoro con sorgenti di rumore

Gli edifici destinati ad accogliere macchine ed apparecchiature il cui funzionamento costituisce fonte di rumore di notevole intensità, così come le macchine stesse, devono essere oggetto, in fase di progettazione, di un accurato studio al fine di ridurre il rumore entro i limiti indicati in seguito per il personale di esercizio.

Livello equivalente Leq

Matematicamente, esso può essere calcolato con la formula:

$$Leq = Lr + 10 q/3 \log \text{ sommatoria } (10 \times 3 (Li-Lr)/10q \times ti/T)$$

ove:

q = fattore di scambio assunto uguale a 5;

T = tempo totale di misura;

Lr = valore limite fissato per il livello sonoro con predeterminato valore di rischio (livello di rischio);

Li = valore istantaneo del livello sonoro, variabile nell'intervallo di tempo considerato (ti)

Valore del livello equivalente Leq ammesso

Il valore di Leq ammesso negli ambienti di lavoro per il personale di esercizio è di:

$$Leq = 85 \text{ dB (A)}$$

Questo valore può essere ottenuto mediante l'impiego di sale di controllo per il personale di esercizio.

Protezione per operazioni di manutenzione

Il personale addetto alla manutenzione userà autoprotettori e pertanto il limite Leq non viene applicato al caso della manutenzione

Impossibilità tecnica di protezione acustica

Qualora non sia possibile raggiungere con mezzi tecnici un livello sonoro come precedente indicato, si dovrà ricorrere anche per il personale di esercizio all'impiego di adeguati mezzi di protezione acustica individuale.

b) ambiente esterno all'area dell'impianto

Indipendentemente dai valori di livello sonoro esistenti all'interno dei locali dell'impianto e nella sua area, è necessario che i livelli di rumore determinati dal suo funzionamento non superino determinate valori, che chiamiamo livello sonoro residuo.

Tale livello sonoro residuo va riferito alle abitazioni esistenti o alle aree di possibile urbanizzazione prossime all'impianto.

Valori del livello sonoro residuo

Sono definiti in funzione di zone e di tempi di riferimento secondo le seguenti tabelle I e II:

Tabella I

| ZONA | DEFINIZIONE |
|------|--|
| I | Luoghi di soggiorno, nei quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione |
| II | Residenze urbane |
| III | Centro urbano ed aree prevalentemente interessate ad affari, negozi, uffici pubblici |
| IV | Resistenze urbane con piccole industrie, o attività artigianali, o con strade a forte traffico |
| V | Aree prevalentemente industriale |

Tabella II

Valori di dB (A) del livello sonoro residuo

| ZONA | TEMPI DI | | RIFERIMENTO |
|------|----------|------------|-------------|
| | Diurno | Intermedio | Notturmo |
| I | 50 | 45 | 40 |
| II | 55 | 50 | 45 |
| III | 60 | 55 | 50 |
| IV | 65 | 60 | 55 |
| V | 70 | 65 | 60 |

Metodologia di misura livello sonoro residuo

Poichè ci si riferisce ad impianti che si possono definire a rumorosità costante, i valori del livello sonoro residuo sono indicati e vengono misurati in dB (A).

Rumore di fondo

Nel caso in cui il rumore di fondo della zona nella quale è ubicato l'impianto, misurato ad impianto fermo, sia superiore ai valori indicati nelle tabelle I e II, si stabilisce che il livello sonoro residuo non faccia aumentare il valore del rumore di fondo.

1.4 - POMPE CENTRIFUGHE

a) condizioni di funzionamento

Le pompe saranno progettate per servizio continuo a pieno carico (8.760 ore/anno).

Il punto di progetto, riferito alla girante montata, dovrà essere preferibilmente situato in prossimità ed a sinistra del punto di massimo rendimento.

Le curve caratteristiche prevalenza-portata, dovranno risultare tali che la prevalenza sia sempre crescente al diminuire della portata, sino all'annullamento di questa. La prevalenza a mandata chiusa deve essere preferibilmente compresa tra il 110% ed il 120% della prevalenza richiesta con portata di progetto.

Quando siano previste due o più pompe in parallelo, le curve caratteristiche dovranno essere perfettamente uguali, salvo diversamente consentito in casi specifici.

La pompa dovrà poter funzionare continuamente nel campo di portata 30 : 100% di quella di progetto.

Potrà essere fatta eccezione a quanto prescritto circa il campo di funzionamento solamente per pompe ed esigua portata.

Le pompe ad asse orizzontale e verticale non dovranno avere alcuna velocità critica nel campo di funzionamento. La velocità critica più vicina deve risultare superiore di almeno il 20% circa dalla velocità massima di funzionamento.

Le pompe ad asse verticale devono avere velocità critiche torsionali e flessionali differenziate di almeno il 30% dalle velocità di funzionamento continuo.

b) pressioni e temperatura di progetto

Pressione di progetto

La pressione di progetto è normalmente la pressione massima raggiungibile dalle pompe in condizioni di progetto. Valvole di sicurezza vanno prescritte quando la pressione dell'apparecchiatura può eccedere quella di progetto per causa d'incendio o emergenza operativa: in tal caso la pressione di scatto della valvola corrisponderà alla pressione di progetto.

La pressione di bollo si identifica con la pressione di progetto (per tutti i barilotti, scambiatori, apparecchiature in genere); la pressione di bollo va arrotondata in eccesso allo $0,5 \text{ kg/cm}^2$.

Qualora non fosse previsto il bollo dell'apparecchiatura la pressione di progetto coincide con quella di disegno meccanico.

. Collaudo ANCC

Il collaudo ANCC andrà effettuato per valori di pressione $P > 0,05 \text{ kg/cm}^2$

. Temperature di progetto

Il valore minimo della temperatura di progetto deve essere almeno 15 C sopra la max temperatura di esercizio prevedibile.

c) fusioni

Le fusioni dei singoli componenti delle pompe dovranno essere prive di fessurazioni, di soffiature, di scorie o di altri difetti. Non saranno accettate riparazioni di fori o di altri difetti delle parti in pressione eseguite con tasselli, composti cementati o di altro tipo.

d) corpo pompa

Gli spessori dei corpi e delle volute saranno previsti per la pressione di progetto.

e) tenute

Le tenute verso l'esterno per le pompe orizzontali saranno normalmente del tipo a baderna eccettuati i casi ove risultino indispensabili tenute meccaniche.

Per le pompe verticali con corpo a pompa sommerso sono accettabili le normali boccole di guida/tenuta standard del Costruttore. Le tenute meccaniche nelle pompe orizzontali saranno comunque adottate nel caso di pompaggio di liquidi tossici ed infiammabili.

Le tenute meccaniche vanno dimensionate per la massima pressione di aspirazione e per la massima velocità di rotazione prevista in esercizio (velocità di scatto del motore primo).

I fori nelle flange delle tenute che non sono utilizzati saranno tappati con tappi di acciaio di qualità adatta a resistere al fluido trattato.

f) bilanciamento statico

Tutti gli elementi rotanti devono essere separatamente sottoposti al bilanciamento statico.

g) bilanciamento dinamico delle pompe centrifughe

Dovranno essere sottoposti al bilanciamento dinamico tutte le parti rotanti delle pompe centrifughe aventi le seguenti caratteristiche:

- . pompe orizzontali operanti a velocità superiore a 1.500 giri/minuto, sempre che la portata nominale sia superiore a 100 l/s ed il diametro della girante sia superiore a 150 mm;
- . pompe orizzontali operanti a velocità superiore a 1.500 giri/minuto, quando abbiano più di due stadi;
- . pompe orizzontali e verticali operanti a velocità superiore a 3.000 giri/minuto.

h) lubrificazione

La lubrificazione dei cuscinetti delle pompe orizzontali deve essere sempre ad olio.

La lubrificazione dei supporti interni ed il flussaggio alle tenute possono essere eseguiti con il liquido pompato purché lo stesso non contenga in sospensione solidi abrasivi.

i) linee d'asse pompe verticali

Le pompe verticali saranno preferibilmente a mandata laterale separata.

La lubrificazione per i cuscinetti della linea d'asse sarà effettuata con flussaggio d'acqua pulita oppure a mezzo di pompa di ingrassaggio automatico incorporata.

l) giunti d'accoppiamento

Tutti i giunti d'accoppiamento delle pompe orizzontali munite di tenuta meccanica dovranno essere del tipo con spaziatore.

Tutti i giunti dovranno essere muniti di coprigiunto di protezione; quando richiesto tali coprigiunti dovranno essere in esecuzione antisintille.

m) basamenti

Le pompe dovranno essere fornite complete di basamento comune a pompa e motore primo salvo che sia diversamente prescritto.

n) flangiature e connessioni

Saranno in conformità alle norme U.N.I.

1.5 POMPE CENTRIFUGHE SOMMERSIBILI

Le elettropompe dovranno essere di tipo sommergibile con motore racchiuso in un corpo esterno in ghisa. L'esecuzione deve essere idonea per servizio continuo (8.760 ore/anno).

Il punto di funzionamento dovrà essere preferibilmente situato in prossimità ed a sinistra del punto di massimo rendimento.

La curva caratteristica portata-prevalenza dovrà essere perfettamente stabile nel campo operativo di portata richiesto.

La tenuta idraulica sull'albero dovrà essere di tipo meccanico lubrificato da una camera d'olio e non richiede alcuna lubrificazione di manutenzione.

Per gli interventi di manutenzione, sia ordinarie che straordinarie, la rimozione e la messa in opera dei gruppi deve essere possibile anche a vasca piena, senza alcuna necessità di entrare nella vasca ed effettuando un semplice sollevamento del gruppo.

Il tipo di girante ed il valore delle luci minime di passaggio dovranno essere conformi alla caratteristica portata-prevalenza.

Gli accessori includono:

- tubazioni di mandata, da prevedersi per lo sviluppo necessario a congiungere le condotte prementi, iniziati con un pezzo speciale per il raccordo con giunto "Rapido" alla mandata delle pompe;
- tubi di guida per il sollevamento delle elettropompe dalla base di accoppiamento inferiore al bordo della vasca sovrastante;
- i tubi di guida dovranno essere muniti di supporti di vincolo che ne assicurino saldamente il montaggio;
- catene di acciaio zincato per il sollevamento.

Possono fare eccezione alla prescrizione dell'attacco rapido e tubi in guida le pompe portatili di esigua portata, per le quali è ammesso l'appoggio a cavalletto e tubazione di mandata flessibile.

1.6 - MOTORI ELETTRICI

a) tensione di funzionamento

La tensione nominale dei motori, se non diversamente definita, sarà di 380 V, per motori fino a 300 CV. I motori a tensione nominale di 6.000 Volt saranno corredati di sistema in bassa tensione per il preriscaldamento.

b) tipi di servizio

Tutti i motori dovranno essere previsti per il tipo di servizio continuo, ossia la macchina dovrà poter funzionare alla sua potenza nominale per un tempo illimitato.

c) tipo di protezione

Le macchine installate all'esterno saranno di tipo chiuso a ventilazione naturale o autoventilate corrispondenti alla sigla dell'International Protection I.P. 55 o superiore ove necessario. Le macchine installate all'interno di edifici saranno del tipo protetto contro gli spruzzi d'acqua a ventilazione naturale o autoventilate corrispondente alla sigla I.P. 44 o superiore se necessario.

d) potenza

La potenza resa dal motore sarà uguale a quella richiesta dalla macchina operatrice (eventuali ausiliari accoppiati inclusi) alle condizioni di progetto, maggiorate dai seguenti coefficienti:

| | |
|--|-----|
| Motori fino a 25 CV (18,5 KW) | 15% |
| Motori da 30 a 75 CV (22-56 KW) | 10% |
| Motori da 100 CV e oltre (75 KW e oltre) | 8% |

Per i motori elettrici si terrà debitamente conto della declassazione per la temperatura ambiente conformemente alle norme vigenti.

Per i motori accoppiati alle pompe sommergibili o di tipo monoblocco o tipo dosatrici la potenza sarà quella standard del Costruttore.

In ogni caso la potenza del motore sarà comunque adeguata alle condizioni più gravose di funzionamento.

e) isolamento

I motori dovranno essere isolati in classe F.

f) caratteristiche da dichiarare

- potenza nominale;
- tensione nominale;
- corrente nominale;
- cos fi;
- assorbimento allo spunto;
- rendimento a pieno carico;
- forma costruttiva;
- grado di protezione;
- velocità di rotazione;
- tipo di raffreddamento;
- peso.

1.7 - APPARECCHIATURE ELETTRICHE IN GENERE

Tutti gli impianti elettrici dovranno essere progettati esecutivamente a cura e spese dell'Appaltatore, con il grado di definizione previsto dalle norme CEI 0-2, completi della documentazione di cui alla tabella B e indicata con la lettera F.

Tutte le apparecchiature elettriche dovranno avere materiali isolanti e distanze di isolamento adeguate alle tensioni di esercizio.

Gli apparecchi dovranno presentare caratteristiche di robustezza negli elementi e nell'insieme, nonché un proporzionamento atto alla dispersione del calore, tale da evitare sovrariscaldamenti, incollamenti, deformazioni e carbonizzazioni.

Tutte le apparecchiature da installare dovranno essere in esecuzione stagna e dotati di accorgimenti necessari ad assicurarne in qualsiasi condizione il perfetto funzionamento; in particolare dovranno essere adottati dispositivi anticondensa, guarnizioni efficaci, coprimorsetti, scandiglie ecc.

a) cavi elettrici

Per i conduttori di collegamento fra le diverse parti dell'impianto si dovranno osservare le densità di corrente e gli isolamenti previsti per ambienti bagnati, prescritti dalle norme C.E.OI. ed U.N.E.L. in vigore, rispettando le cadute di tensione richieste per un corretto funzionamento di tutte le parti dell'impianto stesso.

Le cadute di tensione nelle varie parti del sistema elettrico saranno contenute entro i limiti indicati nella tabella seguente.

I valori si intendono riferiti alla tensione nominale del sistema.

Il calcolo delle cadute di tensione durante l'avviamento di un motore sarà fatto sulla base della minima potenza di corto circuito.

| ELEMENTO DEL SISTEMA | CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO | CADUTA DI TENSIONE |
|---|--|--------------------|
| Nei cavi di alimentazione dei motori | con motore funzionante alla potenza nominale | 5% |
| Ai morsetti dei motori avviamenti in corto circuito | durante l'avviamento del motore | 25% (Nota 1) |
| Nei cavi di alimentazione dei quadri luce | con il carico massimo previsto | 19% |
| Nei cavi di alimentazione dei corpi illuminanti | | 2% |

Nota 1:

- la tensione disponibile ai morsetti dei motori durante l'avviamento sarà comunque tale da consentire un sicuro avviamento dei motori, anche a pieno carico se richiesto, senza danno ai motori stessi;
- il valore massimo del 25% deve intendersi come somma delle cadute di tensione nei cavi e nelle barre dei quadri di alimentazione dei motori stessi;
- le densità di corrente nei cavi non dovranno superare i $5A/mm^2$.

All'interno dei fabbricati i cavi elettrici dovranno essere posati su apposite passerelle portacavi e/o ubicati nei cunicoli di servizio o infilati in tubi murati.

All'interno i cavi saranno entro tubi in PVC o in cemento.

Saranno previsti pozzetti di ispezione in numero e dimensioni adeguate per la facile introduzione ed estrazione dei cavi.

I cavi fuori terra saranno infilati entro tubi conduit e la parte terminale di collegamento al motore sarà effettuata con tubo flessibile a doppia aggraffatura.

E' esclusa l'applicazione di guaine del tubo tipo Bergmann.

I cavi o le testate dei cavi all'arrivo alle morsettiere dovranno essere distinti con colori diversi fra le diverse fasi e per le diverse funzioni per un'agevole individuazione.

In corrispondenza delle giunzioni e dei terminali sarà prevista la necessaria ricchezza per l'eventuale rifacimento dei giunti e terminali stessi.

b) quadri elettrici

I quadri iniziano automaticamente a funzionare all'atto dell'accensione senza bisogno di ulteriori comandi, allo stesso modo la ripresa del servizio dopo una interruzione di alimentazione non richiede alcuna operazione preliminare.

I quadri per il comando di pompe saranno ad avviamento stella/triangolo e il temporizzatore di commutazione dovrà avere un tempo di top di almeno 1/10 di secondo.

Ogni quadro deve essere predisposto con interruttore interblocco sulla porta in maniera tale che con l'apertura della stessa si provochi l'interdizione del quadro stesso, con conseguente spegnimento di tutte le pompe. Alla chiusura del contatto il quadro dovrà riprendere il funzionamento come all'atto dell'accensione. Tale contatto è posto in un'apparecchiatura facente parte del sistema di telecontrollo delle fognature consortili.

L'avviamento di ogni singola pompa è comandato dalla chiusura di un contatto, mentre lo spegnimento è dovuto all'apertura dello stesso.

Nelle stazioni di sollevamento verranno impiegati galleggianti tradizionali tipo FLYGT ECO3.

Nel caso in cui il quadro sia dimensionato per quattro pompe queste dovranno essere divise in due gruppi. Per ogni gruppo verrà impiegato un apposito misuratore di livello. Ogni gruppo dovrà altresì essere dotato di alimentazione dei circuiti ausiliari indipendente dall'altro gruppo, in modo da garantire il funzionamento di almeno mezzo impianto.

Nell'avviamento di due o più pompe dovrà sempre essere previsto un ritardo regolabile onde evitare sovrapposizioni di avviamento con conseguente sovraccarico della linea elettrica.

Nei quadri a due pompe queste sono poste in stand-by l'una rispetto all'altra, nel caso il misuratore di livello comandi l'avvio di una pompa e questa non parta dovrà avviarsi l'altra.

Selettori e/o pulsanti dovranno permettere l'avviamento manuale o automatico di ogni singola pompa.

Delle lampade dovranno evidenziare gli stati di funzione, fermo e scatto termico di ogni motore.

PRESCRIZIONI REALIZZATIVE

L'equipaggiamento elettrico negli elementi che lo compongono e nell'insieme deve risultare conforme alle norme di legge, ivi comprese quelle per la prevenzione degli infortuni sul lavoro, oltre che, ove non preveda la legge, alle norme del Comitato Elettrotecnico Italiano - CEI - ed alle cautele ed agli accorgimenti che si rendano necessari ai fini della funzionalità e della sicurezza.

Il quadro dovrà essere realizzato in cassetta stagna di resina sintetica rinforzata con fibra di vetro, completamente autoestinguenta V0 - grado di protezione IP65. La porta a cerniera munita di guarnizione in poliuretano espanso ad iniezione continua avrà la serratura tipo "VIRO" o equivalente.

Il fissaggio avverrà tramite zanche fissate nella parte posteriore della cassetta, all'interno il pannello porta componenti sarà in materiale plastico PVC o bachelite. Per permettere eventuali modifiche i componenti non dovranno occupare più dell'80% dello spazio utile, che ovviamente dovrà essere ubicato in un'unica zona. Nella parte inferiore della cassetta si troverà una piastra di tamponamento con guarnizione per il montaggio dei pressacavi.

Il quadro dovrà essere ubicato all'interno di un armadio conchiglia in vetro resina delle dimensioni minime 160x140x45 cm (LxHxP), con chiusura a chiave tipo YALE 21.

Gli interruttori automatici magnetotermici differenziali dovranno essere con soglia 500 mA, caratteristica "G" e potere di interruzione 10 KA/380V.

A monte degli interruttori generali dovrà essere montato un commutatore di linea con manovra estraibile del tipo "Blocco porta" lucchettabile in posizione Off e con copri morsetti in arrivo linea.

I teleruttori di potenza saranno alimentati a 24v 50Hz ed impiegati al 70% della loro portata nominale, categoria AC3.

Ogni motore con assorbimento superiore a 6A sarà protetto da interruttori magnetotermici con contatto di scatto opportunamente dimensionati e da relè termici contro i sovraccarichi compensati alla temperatura ambiente (da -25 a +55 gradi centigradi) con protezione contro la mancanza di fase, tasto di "Reset" commutabile (Manuale/Automatico).

I motori con assorbimenti fino a 6A avranno una protezione magnetotermica ripristinabile autoprotetta fino a 100 Ka, (salvamotore).

La IN del motore dovrà trovarsi a metà della scala di taratura del relè.

I relè ausiliari del tipo "Undecal" avranno 3 contatti in scambio, portata di 10A7250Vac e saranno montati su zoccolo. I temporizzatori, pure montati su zoccolo avranno una portata minima sui contatti di 5A e durata del relè di uscita di 10 milioni di manovre.

Trasformatore monofase a basse perdite per alimentazioni ausiliari, dimensionato per una contemporaneità di funzionamento del 100% in servizio continuo e prese a +-5% della tensione nominale del primario, secondario a 24V con presa collegata a terra.

La protezione del primario e secondario del trasformatore sarà realizzata con interruttori automatici bipolari Classe C 6KA.

Morsettiera componibile in poliamide nella parte inferiore, supporti inclinati per agevolare i collegamenti, morsetti di una taglia superiore alla sezione del cavo di collegamento, ponti realizzati con le apposite barrette premontate ed isolate, ad ogni morsetto dovrà essere collegato un'unico filo. La marcatura sarà del tipo indelebile e la guida omega dovrà permettere il montaggio del 20% in più del numero di morsetti previsti.

Le morsettiera in arrivo e partenza linea dovranno essere protette contro i contatti accidentali.

Sotto la morsettiera deve essere previsto un nodo equipotenziale avente la sezione minima di 30 mmq per il collegamento di tutte le terre del quadro e delle utenze.

Ogni pannello e struttura del quadro deve essere collegato a detto nodo tramite cavo giallo/verde avente sezione di 16 mmq. Il nodo dovrà essere, a sua volta collegato agli spandenti di terra.

Tutti i componenti (relè, teleruttori, fusibili, temporizzatori e morsetti) devono essere montati su profilato da 35 mm.

Nelle morsettiera devono essere portati TUTTI I SEGNALI: tali segnali, che vengano usati o meno all'interno del quadro, devono essere resi disponibili in morsettiera per l'utilizzo tramite l'impianto di telesorveglianza.

Dovrà altresì essere prevista un'uscita a 220V protetta da interruttore automatico bipolare C.S.A. per l'alimentazione della stazione periferica del telecontrollo. Tale alimentazione sarà prelevata dal quadro stesso e dovrà essere disponibile anche in caso di blocco del quadro da parte del sistema di telesorveglianza.

L'alimentazione del misuratore di portata della stazione di telecontrollo e della presa monofase 220V 16A, dovrà permanere anche in caso di apertura del blocco porta del quadro (vedi norma di riferimento CEI EN 60204-1).

I galleggianti effettuano la rotazione ciclica delle pompe mentre sul quadro elettrico deve essere previsto un ritardo regolabile onde evitare sovrapposizioni di avviamenti con conseguente sovraccarico della linea elettrica.

Dei manipolatori dovranno permettere l'avviamento manuale o automatico di ogni singola pompa, mentre delle lampade dovranno evidenziare gli stati di Funzione e Scatto Termico di ogni motore.

I selettori, i pulsanti ed i portalampe devono essere del diametro di 22 mm, componibili e con tensione nominale di isolamento 600V ac/dc, portata dei contatti 10A e durata meccanica di tre milioni di manovre per i pulsanti ed un milione per i selettori.

Per ogni quadro verrà previsto un selettore escludere di tutte le lampade.

Per ogni pompa dovrà essere inserito un contatore del tempo di funzionamento ed un conta impulsi per il numero di avviamenti.

Tutti i comandi e le segnalazioni dovranno essere identificati con targhette in PVC fondo nero e pantografia bianca.

Le canalette portacavi dovranno essere in PVC autoestinguento con il 305 di spazio disponibile.

Sul fondo o sul lato sinistro del quadro saranno applicate, una presa monofase 220V 16A per alimentazione di eventuali utensili protetta da interruttore differenziale opportunamente dimensionato, ed una spina trifase + neutro dimensionata per la massima tensione e corrente del quadro, adatta per locali umidi, tale da permettere l'alimentazione del quadro tramite linea in ingresso diversa da quelle Enel (gruppo elettrogeno) con commutatore di potenza tipo Breter

I capicorda utilizzati all'interno del quadro dovranno essere preisolati a compressione del tipo Cembre o AMP.

Il cablaggio dovrà essere realizzato con cavo marcato non propagante la fiamma e rispettando le seguenti colorazioni:

NERO = Potenza;
 BLEU = Neutro;
 GIALLO/VERDE = Terra;
 AZZURRO = Ausiliari.
 ARANCIO = Vedi norma CEI EN 60204-1

Ogni singolo conduttore deve essere numerato nel rispetto dello schema elettrico.

COMPONENTI per Q.E. TIPO

| | |
|---|--------------------------|
| Contattori | ABB |
| Relè termici | ABB |
| Relè | Omron o Finder |
| Temporizzatori | Crouzet |
| Contaore | Crouzet |
| Contaimpulsi | Crouzet |
| Commutatori | Palazzoli |
| Interruttori magnetotermici differenziali | Elettrocondutture ABB |
| Selettori | CEMA serie 080 metallica |
| Portalampe | CEMA serie 080 metallica |
| Portavalvole | Elettrocondutture ABB |
| Morsetti | Entrelec |

| | |
|----------------------------|-----------|
| Morsettiere tetrapolari | Legrand |
| TA, Amperometri, Voltmetri | Vemer |
| Prese, Spine, | Palazzoli |
| Scaricatori | OBO |

TELESORVEGLIANZA

Per la telesorveglianza i quadri dovranno essere dotati delle seguenti predisposizioni rilevabili in morsettiera:

- A - Motore in marcia-Segnalazione-Contatto pulito N.A. interno al quadro, chiude con motore in moto.
- B - Motore in avaria-Segnalazione-Contatto pulito N.A. interno al quadro, chiude con motore in blocco.
- C - Presenza alimentazione-Segnalazione-Contatto pulito N.A. chiude in presenza di alimentazione nel quadro.
- D - Motore in marcia-Comando-Contatto pulito N.A. esterno al quadro, deve agire in parallelo al misuratore di livello.
- E - Blocco pompa-Comando-Contatto pulito N.C. esterno al quadro, agisce negli ausiliari di ogni singola pompa.
- F - Blocco quadro-Comando-Contatto pulito N.C. esterno al quadro, agisce sul comune degli ausiliari.
- G - Telecomando.

CONSEGNA QUADRO ELETTRICO

All'atto della consegna del quadro elettrico, devono essere forniti i disegni costruttivi, quelli di definizione delle morsettiere, nonché lo schema elettrico particolareggiato e la descrizione del quadro.

I disegni dovranno essere nel formato A37A4 e lo schema elettrico dovrà riportare la numerazione dei cavi e dei terminali ai quali sono collegati; dovrà, inoltre, essere fornita copia degli schemi, su supporto magnetico riproducibile in formato DXF.

Agli schemi dovrà essere allegato l'elenco dei materiali impiegati che dovrà riportare per ogni componente il tipo, la marca e l'eventuale taratura.

- INTERRUTTORI B.T.

Saranno del tipo con interruzione in aria.

Tutti gli interruttori aventi le stesse caratteristiche saranno intercambiabili.

Il potere di interruzione si intende selettivo.

Gli interruttori avranno una corrente nominale non inferiore a 1,25 la corrente del montante alimentato.

- CONTATTORI

Saranno del tipo con contatti in aria, in esecuzione compatta antiurto ed avranno una corrente nominale non inferiore a 1,35 la corrente della macchina alimentata.

- IMPIANTO DI TERRA

Tutte le intelaiature, mensole, apparecchiature, carcasse di macchinario, casse metalliche che potrebbero accidentalmente venire a contatto elettrico con parti in tensione, ovvero essere colpite da scariche atmosferiche, devono essere messe elettricamente e rigidamente (cioè senza interposizione di interruttori o fusibili) a terra, con un conduttore di sezione adeguata, secondo le norme C.E.I., con sezioni crescenti, con la tensione e l'estensione della rete connessa.

In particolare dovranno essere realizzati gli impianti di messa a terra completi di tutti i collegamenti necessari, non solo per le apparecchiature elettromeccaniche, ma anche per tutte le masse metalliche (parapetti, lamiere, grigliati, infissi), che a norma di legge devono essere messe a terra.

La resistenza del sistema di terra sarà contenuta entro i seguenti valori minimi:

- per i sistemi a bassa tensione:
10/15 Ohm valore : 2 Ohm
- per scaricatori:
5 Ohm.

In ogni caso la resistenza di terra sarà tale che le tensioni di passo o di contatto che possono verificarsi durante i guasti, non siano superiori a:

- . 50 V quando non si provveda alla eliminazione rapida dei guasti;
- . 125 V quando si provveda alla eliminazione dei guasti entro 1 secondo;
- . 250 V quando si provveda alla eliminazione dei guasti entro 0,5 secondi.

Comunque l'impianto di terra dovrà soddisfare le norme C.E.I. vigenti.

Nel dimensionamento dei dispersori di terra ve tenuto conto che i valori sopraelencati debbono essere sempre verificabili e che è quindi desiderabile avere valori iniziali sensibilmente inferiori a causa del peggioramento naturale col tempo. Il valore della resistenza di terra sarà comunque fissato in accordo con le richieste dell'ENEL.

Le giunzioni fra i conduttori di terra devono essere fatte con saldatura forte, con robusti morsetti e con capicorda non soggetti a corrosione di almeno 6 mm di diametro. E' vietato servirsi di organi meccanici di trasmissione od armature di cavi come conduttori di terra.

I conduttori di terra devono avere percorso breve e privo di brusche curvature, essere sottratti al pericolo di rapide corrosioni e collocati preferibilmente in posizione visibile.

Nel conduttore principale di connessione al dispersore deve essere previsto, in posizione accessibile, un giunto a morsetto per possibile interruzione del circuito a scopo di misura della resistenza di terra. Tutti i particolari elettrici in ambiente con possibile atmosfera corrosiva a causa di eventuali sviluppi di gas o spruzzi di acque luride.

I dispersori di terra dovranno essere segnalati con appositi cartelli indicatori.

1.8 - TUBI, PEZZI SPECIALI E APPARECCHIATURE IN ACCIAIO (per IMPIANTI di SOLLEVAMENTO)

1.8.1 Tubazioni in acciaio

a) tubazioni, materiali e spessori

Le prescrizioni riportate nel presente articolo riguardano in linea generale i tubi destinati al trasporto di acqua, gas, liquami e scarichi in genere.

I tubi da utilizzare saranno generalmente in acciaio e saranno rispondenti alle norme U.N.I. 7091/72 per tubazioni realizzate con saldature.

- MATERIALI

Fe 35 - per tubi fino a DN 500 senza saldatura;

Fe 35 - per tubi fino a DN 200 con saldatura;

Fe 42 - per tubi da DN 550 e oltre senza saldatura e da DN 250 e oltre con saldatura;

- SPESSORI - TOLLERANZE

Gli spessori dei tubi, salvo verifiche di resistenza dei materiali da sottoporre preventivamente alla Direzione Lavori insieme alle ipotesi di carico, saranno quelli riportati nella seguente tabella. Gli spessori devono essere compresi entro i seguenti limiti di tolleranza:

- + : non richiesto;
- : 12,5%.

| Diametro nominale | Spessore | Diametro nominale | Spessore | Diametro nominale | Spessore |
|----------------------|----------|----------------------|----------|----------------------|----------|
|----------------------|----------|----------------------|----------|----------------------|----------|

| mm | mm | mm | mm | mm | mm |
|-------|------|-----|-----|-----|-----|
| 2.000 | 12,7 | 800 | 6,3 | 300 | 5,9 |
| 1.800 | 12,7 | 700 | 6,3 | 250 | 5,6 |
| 1.500 | 10,3 | 600 | 6,3 | 200 | 5,0 |
| 1.200 | 8,8 | 500 | 6,3 | 150 | 4,0 |
| 1.000 | 8,0 | 400 | 6,3 | 100 | 3,6 |
| 900 | 7,1 | 350 | 6,3 | 80 | 3,2 |

I diametri esterni dei tubi saranno compresi entro i seguenti limiti di tolleranza: +/- 1,5%.

- SUPERFICIE

I tubi dovranno risultare privi di difetti superficiali che possano pregiudicarne l'impiego.

Sono ammessi tuttavia leggeri aumenti o diminuzioni di spessore e striature longitudinali purché lo spessore rimanga compreso entro i limiti indicati in seguito.

- PROTEZIONI O RIVESTIMENTI

I tubi saranno posti in opera, a seconda delle caratteristiche di posa ed a seconda delle funzioni specifiche, completi di:

- verniciatura secondo quanto indicato al punto C.12.2;
- zincatura secondo quanto indicato in precedenza;
- rivestimento protettivo bituminoso secondo quanto indicato in seguito.

b) rivestimenti protettivi di tubazioni interrate

- PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE DA RIVESTIRE

La pulizia della superficie da rivestire dovrà comprendere:

- la eliminazione di macchie d'olio, di grasso, di polvere e di altra sostanza già distaccata;

- l'essiccamento della superficie:

- l'asportazione della eventuale ruggine, della calmina friabile e di una parte della calamina aderente.

Questa pulizia potrà essere ottenuta mediante una leggera sabbiatura (sabbiatura commerciale) oppure mediante una energica spazzolatura meccanica.

. APPLICAZIONE DELLO STRATO DI FONDO (PRIMER)

Subito dopo la preparazione della superficie si applicherà alla superficie stessa uno strato di fondo (primer) costituito da bitume-residuo della distillazione del petrolio grezzo limitatamente ossidato, aventi le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento P.A 80/100 C
- punto di rottura Fraas < 80 C
- penetrazione (25 C - 100 gr. 5s) < 30 dmm
- solubilità in CC 14 > 99 : 3%

L'applicazione dello strato di fondo potrà essere ottenuta:

- mediante l'immersione del tubo in una vasca contenente il bitume fuso ad una temperatura di 190/200 C. L'immersione dovrà durare 10/30 minuti a seconda dello spessore della parete del tubo in modo che il tubo stesso raggiunga la temperatura del bagno. Qualora il tubo venga preriscaldato alla temperatura del bagno la durata dell'immersione potrà essere limitata a 1 a 2 minuti primi;

- mediante l'applicazione di vernice bituminosa. In questo caso la superficie dovrà essere preparata con particolare cura, la vernice dovrà essere priva di solvente e applicata con sistema "airless". Se la vernice contiene solventi per l'applicazione con pennello o è applicata a spruzzo si applicheranno più mani avendo cura di applicare la mano successiva quando la mano precedente è praticamente liberata dal solvente che contiene. Lo spessore medio dello strato di fondo dovrà essere tale che sia assicurata la completa copertura delle superfici metalliche e che in nessun punto della superficie stessa si abbia uno spessore di primer inferiore a 500 micron.

- APPLICAZIONE DELLO STRATO PROTETTIVO

Lo strato protettivo sarà costituito da bitume ossidato ed opportunamente caricato avente le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento P.A. 110/130 C;
- punto di rottura Fraas < 6 C;
- penetrazione (25 C - 100 gr - 5s) < 20 dmm;
- carica 40/10%.

I materiali da adoperarsi per la carica dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- natura: ardesia;
- umidità 2% in peso;
- perdita alla calcinazione 25%;
- residuo al vaglio di 10.000 maglie/cm² 5%.

Lo strato protettivo sarà ottenuto mediante il getto di miscela bituminosa fusa che investa il tubo animato di moto rotatorio oppure con l'applicazione della stessa miscela mediante spatole opportune.

E' indispensabile che lo strato protettivo dovrà essere tale che in nessun punto della superficie si abbia uno spessore complessivo (spessore dello strato di fondo + spessore strato protettivo) inferiore a 6 mm.

- APPLICAZIONE DELLE ARMATURE

Per salvaguardare lo strato protettivo da sollecitazioni meccaniche, urti, abrasioni, ecc., sarà necessario aumentarne la resistenza meccanica mediante l'applicazione di uno strato di idoneo materiale di armatura. Il materiale di armatura sarà un tessuto di fibra di vetro avente le seguenti caratteristiche:

| | |
|---|-----------------------------|
| peso del tessuto | 220 + 20 g/m ² ; |
| resistenza alla trazione nel senso longitudinale-larghezza del provino: | 7 kg/5 cm; |
| peso dell'appretto | 10/25%; |
| composizione dell'appretto: | |
| - bitume | > 50%; |
| - resina, colla ecc. | < 50%; |
| numero di fili in ordito | < 25/10 cm; |
| numero di fili in trama | > 20/10 |

Per appretto del tessuto di fibra di vetro sarà utilizzato bitume disciolto in solventi e non disperso in acqua (emulsione).

Il tessuto di vetro verrà impiegato previa completa imbibizione con miscela bituminosa in modo da ottenere una armatura compatta e continua con lo strato sottostante.

L'applicazione dell'armatura sarà eseguita avvolgendo sul tubo ad elica il nastro con sovrapposizione minima del 5%, previo il suo passaggio in vasca contenente la miscela fusa.

Non disponendo di un adeguato impianto si può avvolgere il nastro asciutto sullo strato protettivo ancora fuso aumentando contemporaneamente la imbibizione mediante l'applicazione di miscela fusa sulla fascia esterna del nastro.

L'avvolgimento deve essere eseguito in modo tale da garantire la continuità della copertura della superficie del nastro e la buona aderenza fra i diversi strati.

- APPLICAZIONE DI UN SECONDO STRATO PROTETTIVO

Allo scopo di migliorare le prestazioni del rivestimento rispetto all'azione dei raggi solari, per eliminare l'appiccicosità, ottenere la levigatura, ecc. si applicherà sul tubo ancora caldo una mano di latte di calce.

- RIPARAZIONI DEI DANNI SUBITI DAL RIVESTIMENTO

Se il danno al rivestimento è limitato a qualche schiacciamento o fessurazione del secondo strato protettivo che non compromette l'integrità del primo strato protettivo, la riparazione si effettuerà con l'applicazione di toppe costituite da strati alternati di miscela bituminosa conforme a quella prevista al per lo strato protettivo e di armatura conforme a quella precedentemente descritta, ponendo particolare attenzione allo scopo di assicurare l'aderenza della toppa sovrapposta al rivestimento preesistente.

Tale aderenza potrà essere migliorata pulendo a fondo il rivestimento preesistente ai contorni, ravvivandoli con opportuno utensile e riscaldamento fino a portarlo ad incipiente fusione.

Se il danno è tale che ha alterato l'integrità del primo strato protettivo portando allo scoprimento del tubo, si dovrà asportare il rivestimento per tutta la circonferenza del tubo e per una lunghezza tale da raggiungere una sezione per la quale il rivestimento risulti integro. Il ricoprimento della zona così scoperta si effettuerà con i metodi ed i materiali previsti per il rivestimento dei giunti di saldatura di cui al successivo punto di pag. seguente.

- SPESSORI FINALI DEL RIVESTIMENTO NORMALE

| | |
|-----------------|------|
| spessore medio | 9 mm |
| spessore minimo | 7 mm |

- ISOLAMENTO DELLE TUBAZIONI IN CORRISPONDENZA DI ATTRAVERSAMENTI DI MURATURA

In corrispondenza di attraversamento di muratura particolare attenzione dovrà essere posta nella revisione e nella ricostruzione del rivestimento isolante. Si prescrive, infatti, di aumentare l'isolamento della tubazione per tutta la lunghezza di attraversamento della muratura sovrapponendo al rivestimento esistente una doppia fasciatura con nastri autoadesivi di cloruro di polivinile.

Per attraversamenti a tenuta dovranno essere previsti degli anelli di dia. 50 x 5 saldati al tubo e annegati nel getto.

- ISOLAMENTO DELLA TUBAZIONE DALLE SELLETTE DI APPOGGIO

Per ottenere l'isolamento della tubazione dalle sellette di appoggio o di ancoraggio in calcestruzzo si rende necessario ricoprire la lamiera interposta con materiale isolante.

c) giunzioni

I tubi potranno essere collegati tra di loro o con altri elementi delle tubazioni mediante:

- saldatura di testa;
- giunzione filettata;
- giunzione a flange.

- SALDATURA DI TESTA

Le estremità da saldare dovranno essere liberate da ruggine, tracce di bitume, scaglie ed impurità varie, in modo da presentare il metallo completamente nudo.

La sezione e lo spessore dei cordoni di saldatura dovranno essere uniformi e la loro superficie esterna regolare, di larghezza costante e senza porosità o altri difetti apparenti.

I cordoni di saldatura dovranno essere eseguiti in modo da compenetrarsi completamente con il metallo di base lungo tutta la superficie di unione; la superficie di ogni passata, prima di eseguire quella successiva, dovrà essere bene pulita e liberata dalle scorie mediante leggero martellamento ed accurata spazzolatura. Gli elettrodi dovranno essere scelti di buona qualità e di adatte caratteristiche, in modo da consentire una regolare ed uniforme saldatura,

tenendo presente che il metallo di apporto depositato dovrà risultare di caratteristiche meccaniche il più possibile analoghe a quelle del metallo base.

Le saldature dovranno essere eseguite da saldatori muniti di patente rilasciata dal Registro Navale Italiano (R.I.N.A.) o di documento equivalente.

- RIVESTIMENTI DEI GIUNTI DI SALDATURA

Per le giunzioni eseguite per saldatura si dovrà procedere al ripristino dei rivestimenti, qualsiasi essi siano. In particolare per le giunzioni di tubazioni provviste di rivestimento bituminoso si procederà alle seguenti operazioni:

- realizzare, sulle estremità del rivestimento esistente sui tubi contigui, un invito a becco di flauto per una lunghezza non inferiore a 20 cm sul tubo a monte ed a valle della saldatura;
- ravvivare il bitume delle zone così ottenute con opportuno utensile;
- pulire a fondo la superficie da rivestire;
- applicare uno strato protettivo previsto anche mediante l'uso di una opportuna cassaforma;
- applicare l'armatura prevista nel precedente punto C.12.8 anche con l'uso di idonei collanti;
- applicare il successivo strato protettivo e la successiva armatura, e come previsto nel precedente punto C.12.8.

Il rivestimento così ottenuto deve sovrapporsi al rivestimento esistente per almeno 15 cm in modo da non dare luogo a soluzioni di continuità. La buona riuscita di questa operazione dovrà essere controllata a cura e spese del Concessionario e alla presenza della Direzione Lavori con un rilevatore a scintilla (holiday detector) tarato per tensione di 20.000 Volt.

- GIUNZIONE FILETTATA

Tutte le superfici di giunti filettati dovranno essere controllate prima dell'accoppiamento e si dovrà avere cura di rimuovere polvere, ossido e grasso eventualmente presente.

Tutti i giunti filettati, dove non è prevista la saldatura di tenuta, dovranno essere guarniti con teflon o altro idoneo materiale.

- GIUNZIONE A FLANGE

L'esecuzione di giunti a flangia avverrà mediante interposizione di guarnizioni di gomma telata o amiantite a forma di corona circolare di spessore non minore di 3 mm. La guarnizione avrà dimensioni tali da risultare, una volta stretti i bulloni, delle stesse dimensioni delle facce di contatto delle flange, senza che la guarnizione abbia a sporgere nel lume del tubo.

Nei riguardi della tecnica operativa, si procederà a pulire le facce delle flange e la guarnizione in modo da asportare ogni traccia di ossido, grassi o sostanze estranee. Si provvederà quindi al serraggio dei bulloni per coppie opposte.

d) flange

Salvo diverse indicazioni i fori delle flange dovranno essere sfalsati rispetto ai principali di simmetria secondo le tabelle U.N.I. 2223 - 67 P.N10. I tipi di flange da impiegarsi sono:

- flange cieche U.N.I. 6092 - 67
- flange da saldare a sovrapposizione, circolari secondo U.N.I. 2277 - 67
- flange da saldare di testa U.N.I. 2281 - 67.

- MATERIALE

Le flange saranno in acciaio tipo Aq 34 U.N.I. 3986 con un carico di rottura a trazione minimo 33 kg/mm².

- SUPERFICIE DI TENUTA

A gradino secondo U.N.I. 2229 - 67.

A faccia piana secondo U.N.I. 2277 - 67.

- SMONTAGGI

I giunti a flange fisse saranno alternati, in modo opportuno, con giunti a flange mobili per rendere più agevoli i montaggi e per consentire gli smontaggi e ciò, in particolare, in prossimità di macchinari, saracinesche ed apparecchiature, per consentire l'esatto orientamento.

e) curve, raccordi

I pezzi speciali a curva dovranno avere largo raggio, possibilmente pari almeno a due volte il diametro della tubazione.

I raccordi fra i diametri diversi, sulle mandate delle pompe, dovranno avere lunghezza di circa 5 volte la differenza dei diametri raccordati e, se posti in opera in orizzontale o con debole pendenza, dovranno essere realizzati in modo eccentrico.

f) saracinesche e valvole

Tutte le saracinesche dovranno avere i raccordi terminali a flangia per la giunzione con la tubazione sulla quale sono inserite. Il corpo delle saracinesche e paratoie, il cappello e il volantino e tutte le parti in fusione di ghisa dovranno essere costituiti da ghisa del tipo G-22 U.N.I. 668, o più pregiata, e presentare superfici esterne ed interne perfettamente modellate senza bave o ripassatura allo scalpello ed alla lima.

I piani di combaciamento di tutte le flange dovranno essere ricavati mediante lavorazione; inoltre le flange di attacco alle tubazioni dovranno presentare una o più rigature circolari concentriche, ricavate al tornio, per facilitare la tenuta della guarnizione. Dovranno pure essere ottenute con lavorazione a macchina tutte le superfici soggette a sfregamento; i fori delle flange dei coperchi e di quelle di collegamento con le tubazioni dovranno essere ricavati al trapano.

Le sedi delle valvole e le superfici di tenuta degli otturatori e delle piastre di chiusura dovranno essere ricavate al tornio e venire rettificate a mano o smerigliate, in modo tale da assicurare una perfetta e durevole tenuta degli organi di chiusura.

La perfetta tenuta potrà anche essere ottenuta con l'impiego di speciali materie plastiche sintetiche, purché ne siano specificate la composizione e le caratteristiche meccaniche e ne siano forniti sufficienti dati sperimentali sulla resistenza delle materie impiegate sia alle sollecitazioni di taglio e di usura dovute alle manovre ripetute di apertura e chiusura delle saracinesche e valvole, sia all'azione del liquido convogliato.

Tutte le saracinesche devono essere complete di indicatori del senso e del grado di apertura.

Tutte le saracinesche di manovra predisposte su condotte di aspirazione/mandata delle pompe saranno dotate di microswitch nel fine corsa, con interblocco sull'alimentazione elettrica della relativa elettropompa, in modo che ne sia impedito l'avviamento con saracinesca chiusa.

- VALVOLE A FARFALLA

Le valvole a farfalla del tipo per acqua avranno il corpo in acciaio o ghisa sferoidale, albero in acciaio inox, farfalla in acciaio elettrofuso al carbonio, sedi di tenuta in gomma etilene - propilene o equivalenti.

- VALVOLE DI RITEGNO A CLAPET

Le valvole di ritegno a clapet del tipo per acqua, serie PN 6/10, avranno le seguenti caratteristiche:

- corpo battente e coperchio in ghisa G-22 elettrofuso ed anelli di tenuta in bronzo.

- VALVOLE A GALLEGGIANTE

Le valvole a galleggiante, del tipo per acqua, avranno corpo e cavalletto in ghisa G-22, sede e bussola in bronzo, leva ed aste in acciaio a corsa regolabile.

g) paratoie

Le paratoie, ove non diversamente indicato, saranno realizzate in lamiera d'acciaio nervata e zincata a caldo, o sottoposta a trattamenti protettivi di resistenza analoga o superiore, o in lega d'alluminio speciale pure rinforzata. La manovra, ove non sia prevista la motorizzazione, sarà facile, e possibile senza sforzo eccessivo. Le tenute saranno realizzate con accorgimenti e materiali adatti ad assicurare l'efficienza anche a distanza di tempo in relazione ai liquidi con cui vengono a contatto.

L'asta di manovra delle paratoie sarà ricavata in ottone od in lega speciale ad alta resistenza, la madre vite in bronzo o leghe speciali.

1.8.2 Tubazioni in acciaio inossidabile

a) MATERIALI

Le tubazioni dovranno essere costruite in acciaio rispondente alle caratteristiche indicate nelle seguenti normative:

| U.N.I. (Ente Nazionale Italiano di Unificazione) | A.I.S.I. (American Iron and Steel Institute) | DESCRIZIONE e analisi chimica indicativa |
|---|---|---|
| x 2 Cr Ni Mo 1713 | 316 L | C = 0,03 max; Cr = 17; Ni = 12; Mo = 2,3 |
| acciaio a basso contenuto di carbonio con alta resistenza intercrystallina anche se saldato | | |
| in alternativa: | | |
| x 6 Cr Ni Mo Ti 1713 | | C < 0,08; |
| | | Cr = 17; Ni = 12; |
| x 6 Cr Ni Mo Nb 1713 | | Mo = 2,3; |
| | | Ti = 5 x C; 0,8 max |

in alternativa: Nb+Ta=10xC; 1,0 max acciaio stabilizzato al titanio o al niobio e tantalio che non richiede trattamento termico dopo saldatura

Dovranno essere esibiti i certificati e le dichiarazioni del costruttore attestanti la rispondenza alle suddette normativa dei materiali.

L'accettazione del materiale in alternativa (UNI x 6 Cr Ni Mo Ti 1713 o UNI x 6 Cr Ni Mo Nb 1713) è subordinata al benessere scritto dell'Appaltatore.

Resta infatti chiaramente preferibile il tipo low carbon (AISI 316 L) rispetto al tipo stabilizzato al titanio (o al niobio).

b) SPESSORI E TOLLERANZE

Gli spessori dei tubi sono specificati nella successiva parte quarta del presente Disciplinare. Essi non potranno essere variati se non previa approvazione scritta della Direzione Lavori.

Le tolleranze degli spessori dovranno corrispondere alla normativa STNA 480.

I diametri esterni dei tubi saranno compresi entro i limiti di tolleranza: +/- 1,5%.

c) SUPERFICI E FINITURE

I tubi dovranno essere privi di difetti superficiali di qualsiasi tipo. Non saranno ammessi tubi che presentino striature, soffiature o accenni di vaiolature di qualsiasi entità.

Le superfici si dovranno presentare lisce, prive di imperfezioni e macchie. Non è richiesta verniciatura o altro trattamento superficiale di finitura se non l'accurata pulizia delle tubazioni e l'eliminazione di ogni traccia di grasso, vernice o sporcizia.

d) METODOLOGIA COSTRUTTIVA DELLE TUBAZIONI

I tubi saranno del tipo saldato e costruiti mediante profilatura a freddo, in gabbie formatrici, di nastro di acciaio allineato e rifilato ai bordi.

A valle della formatura la saldatura avverrà mediante una stazione T.I.G. (Tungsten Inert Gas) con elettrodo in tungsteno toriato raffreddato ad acqua, materiale d'apporto delle caratteristiche uguali al nastro formato e atmosfere inerte, sull'arco e all'interno del tubo, costituita da argon o altro gas equivalente.

Il tubo sarà poi sottoposto alle operazioni di scordonatura interna ed esterna, calibratura e taglio in verghe.

Seguiranno le operazioni di sgrassaggio e di trattamento termico in atmosfera controllata per l'eliminazione dell'incrudimento dovuto alla formazione a freddo.

e) SALDATURE DI COSTRUZIONE DELLE TUBAZIONI E DI GIUNZIONE IN OPERA

Tutte le saldature dovranno essere eseguite in atmosfera gassosa controllata, o in arco sommerso, sono da escludersi saldature all'ossiacetilene. I metodi di saldatura consentiti sono i seguenti:

. T.I.G.: Tungsten Inert Gas, con elettrodo infusibile raffreddato e atmosfera inerte;

. M.I.G. e M.A.G.: Metal Inert Gas, con elettrodo fusibile in filo continuo e atmosfera inerte;

. All'arco elettrico con elettrodo rivestito;

. All'arco sommerso.

f) PROTEZIONE GASSOSA INTERNA

La protezione con gas inerte all'interno della tubazione o comunque al rovescio della saldatura è sempre da applicare per tutti i metodi di saldatura sopra citati. La protezione dovrà, per gli acciai considerati nella presente norma, essere mantenuta fino alla seconda passata compresa e, per gli spessori superiori ai 5 mm, anche per la terza passata considerando lo spessore del giunto, il procedimento usato e la massa dei pezzi da unire.

g) MATERIALI PER SALDATURA

ELETTRODI RIVESTITI

Gli elettrodi rivestiti da impiegare per la saldatura degli acciai inossidabili austenitici devono avere caratteristiche conformi alla norma AWS A5.4-69. Gli elettrodi dovranno essere conservati in involucri stagni e dovranno, prima dell'uso, essere essiccati con le modalità prescritte dal costruttore.

Al momento dell'uso gli elettrodi dovranno essere puliti e liberi da ogni sostanza che possa compromettere la saldatura, essi inoltre dovranno essere marcati in modo che non sia possibile confondere materiali di diversa qualità.

BACCHETTE E FILI PER SALDATURE TIG

Le bacchette e i fili da impiegare per le saldature TIG devono essere esplicitamente forniti dal fabbricante per l'impiego con tale procedimento. Le bacchette e i fili dovranno inoltre corrispondere alla norma AWS A5 9-69.

Al momento dell'uso dovranno essere in buono stato di conservazione e non presentare tracce di ruggini, oli, grassi, vernici, terra o qualsiasi altra sostanza che possa compromettere la saldatura; essi inoltre dovranno essere marcati in modo che non sia possibile confondere materiali di diverse qualità.

FILI E FLUSSI PER ARCO SOMMERSO E FILI PER SALDATURE AUTOMATICHE M.I.G. E M.A.G.

I fili e i flussi da impiegare per le saldature in arco sommerso e i fili per saldatura automatica M.I.G. e M.A.G. devono essere approvati e rispondenti alle normative come sopra. Dovranno essere rispettate tutte le prescrizioni del fabbricante e dovranno, come sopra, essere in buono stato di conservazione, libere da sostanze estranee e marcati per il riconoscimento dei materiali.

h) SALDATRICI ED ACCESSORI

Per la saldatura TIG verranno impiegate saldatrici a corrente continua o raddrizzata; è raccomandato l'impiego di apparecchiature ad alta frequenza per l'innescò dell'arco e di dispositivi per la regolazione automatica per lo spegnimento graduale dell'arco, volti ad evitare il fenomeno delle cricche di cratere, particolarmente frequenti con l'impiego di materiali di apporto austenitici. Nelle saldature TIG il materiale base sarà collegato al polo positivo della saldatrice.

Per la saldatura con elettrodi rivestiti il tipo di alimentazione sarà elettrica, il più idoneo e comunque quello indicato dal fabbricante dell'elettrodo.

Per le saldature MIG e MAG, deve essere impiegata corrente continua con la torcia collegata al polo positivo. Le pinze per la saldatura con elettrodi rivestiti dovranno essere perfettamente isolate per evitare colpi d'arco sulle pareti dei tubi. Gli attacchi delle masse dovranno essere realizzati in modo da evitare l'innescarsi di archi sulla parete dei tubi. Per il procedimento di saldatura ad arco sommerso il tipo di corrente e la polarità saranno quelli indicati dai fornitori dei materiali di apporto.

i) QUALIFICA DEGLI OPERAI SALDATORI

In base al tipo di procedimento e al materiale d'apporto previsti per la costruzione, gli operai saldatori devono aver superato le prove di qualifica indicate nelle seguenti norme:

UNI 6915 - 71 per le saldature manuali ad arco con elettrodi rivestiti di acciaio inossidabile austenitico;

UNI 6548 - 71 per quanto riguarda la saldatura manuale TIG con materiale di apporto di acciaio inossidabile austenitico.

La qualifica degli operai saldatori è a carico dell'Appaltatore che ne è comunque responsabile. Nel caso dei procedimenti automatici gli operatori addetti devono essere addestrati all'uso dell'impianto di saldatura a responsabilità del costruttore delle tubazioni.

l) UBICAZIONE DEI GIUNTI SALDATI E MODALITA' ESECUTIVE DI SALDATURA

DISTANZE TRA I GIUNTI SALDATI

Nel caso di due giunti circolari paralleli la distanza minima fra gli assi delle saldature deve essere non inferiore a 2,5 volte lo spessore della saldatura e comunque superiore ai 50 mm.

Nel caso di saldature di testa di un tubo o una derivazione, la distanza deve essere non inferiore a 5 volte lo spessore della saldatura e comunque non inferiore ad 80 mm.

PREPARAZIONE DEI LEMBI E PUNTATURA

La preparazione dei lembi dovrà essere preferibilmente eseguita al tornio in officina. E' esclusa la preparazione a mezzo ossitaglio. L'ossitaglio manuale è da considerarsi operazione del tutto eccezionale e dovrà essere seguita SEMPRE da accurata molatura.

Le preparazioni dovranno seguire appropriati e collaudati profili e dovranno comunque garantire una completa penetrazione e rendere agevole le passate oltre che facilitare le operazioni di controllo.

I lembi da saldare dovranno comunque essere esenti da incrostazioni, scaglie, grassi, terre, vernici ed eventuali irregolarità locali e questo non solo sul cianfrino ma anche sulla superficie del tubo per almeno 10 cm dal giunto.

L'operazione di pulizia dovrà essere sempre completata da opportuni solventi (acetone o metilacetone).

L'accoppiamento dei tubi verrà realizzato con accoppiatori di tipo meccanico. L'eventuale uso di cavallotti sarà consentito solo per spessori appropriati e i cavallotti, così come gli elettrodi per saldarli, dovranno essere dello stesso materiale della tubazione.

Particolare cura si dovrà avere nella rimozione dei cavallotti ad evitare strappi sulla tubazione. Ogni eventuale imperfezione o strappo dovrà essere controllata con liquidi penetranti e opportunamente ripristinata.

DISALLINEAMENTO DEI LEMBI

Qualora si verificasse un disallineamento dei lembi, a causa di montaggio scorretto, differenza di spessore fra le parti da saldare od ovalizzazione delle sezioni, tale disallineamento all'interno del tubo non dovrà superare i valori seguenti:

- a) per $s < 4$ mm, disallineamento max = 0,5 mm;
- b) per $s > 4$ mm ma < 6 mm, disallineamento max = 1 mm;
- c) per $s > 6$ mm e $d_e < 100$ mm, disallineamento max = 1 mm;
- d) per $s > 6$ mm e $d_e > 100$ mm, disallineamento max = 1,5 mm.

I disallineamenti sulla superficie esterna non daranno luogo ad aggiustaggi se risulteranno inferiore a 1/3 del cianfrino, per disallineamenti maggiori occorre sistemare il tubo di spessore più elevato con angolo inferiore o uguale a 18.

ESECUZIONE DELLE SALDATURE

PRERISCALDO E POSTRISCALDO

Prima di cominciare la saldatura e durante l'esecuzione della stessa deve essere eseguito un preriscaldamento dei lembi da saldare. L'operazione può essere effettuata mediante bruciatori toroidali o riscaldatori elettrici a resistenza o ad induzione. Le temperature di preriscaldamento per gli acciai considerati (inossidabili austenitici) dovranno essere:

250° per la prima passata;

250° - 300° per il riempimento.

Le temperature di postriscaldamento saranno di 350° - 400° per un tempo uguale a 1 (uno) minuti per ogni millimetro di spessore (in caso di spessori diversi si consideri lo spessore medio) e comunque non inferiore a 15 minuti.

MODALITA' ESECUTIVE DELLA SALDATURA

L'operatore dovrà assicurarsi sempre che il cianfrino e le zone adiacenti siano asciutte ed eventualmente provvedere alla loro asciugatura alla fiamma. L'innesco dell'arco va effettuato su apposita piastrina fuori dal giunto o, per il TIG, nel giunto ma solo con scintilla pilota. Eventuali colpi d'arco sulla superficie del tubo dovranno essere rimossi alla mola e controllati con liquidi penetranti.

La presenza del gas di protezione dovrà essere, come detto, assicurata sia dentro il tubo che fuori.

Qualora per le saldature in opera non fosse possibile adottare la protezione interna con gas inerte, dovranno essere usate paste decappanti e passivanti su tutta la circonferenza del giunto.

I giunti dovranno presentarsi lisci, esenti da cricche o soffiature anche sulle riprese, le eventuali irregolarità dovranno essere asportate con mola e ripristinate. Gli elettrodi rivestiti dovranno avere diametri di 2,5 - 3,25 mm.

Dopo il completamento della saldatura la superficie del cordone deve risultare regolare e ben raccordata col materiale base adiacente. La superficie esterna del giunto deve avere una finitura regolare ed esente da possibili ostacoli che rendano difficile l'interpretazione delle radiografie.

CONTROLLI DELLE SALDATURE

I controlli consisteranno in una serie di esami non distruttivi atti a stabilire se il risultato delle operazioni di saldatura svolte sia conforme alle esigenze previste per la classe di qualità richiesta per la tubazione.

Essi saranno:

. VISIVO: per tutte le saldature;

. CON LIQUIDI PENETRANTI COLORATI a solvente per il 100% dei giunti con spessore < 3 mm; per giunti con spessori superiori, realizzati in più passate: 15% dei giunti dopo la prima passata e 15% dei giunti a giunti completati.

Per i giunti d'angolo sui tubi il controllo con liquidi penetranti va eseguito sul 100% dei giunti;

. RADIOGRAFICO: a campione in modo da considerare tutti gli operatori e tutti i tipi di giunti che gli operatori hanno eseguito. In totale si dovranno comunque verificare il 10% dei giunti. A tale scopo ciascun operatore marcherà, con punzone depositato dalla Direzione Lavori, le saldature da lui eseguite.

Per ogni giunto rilevato difettoso si richiede la ripresa del difetto e la radiografia della riparazione. L'Appaltatore dovrà inoltre eseguire, a suo totale carico, le radiografie di due altri giunti, a scelta della Direzione Lavori, in più del 10% sopra previsto. Nessun onere suppletivo verrà riconosciuto all'Appaltatore per queste radiografie suppletive. Completata la posa della linea di tubazioni si eseguirà una prova di tenuta, idraulica con pressioni di 3 volte quelle di esercizio.

m) MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE LINEE DI TUBAZIONI

Le tubazioni dovranno essere allineate e opportunamente staffate e sorrette. Dovranno essere posizionati giunti di dilatazione e punti fissi nel numero e nel modo concordato con la Direzione Lavori. Comunque dovranno essere evitate tensioni dovute ad errati dimensionamenti e a scorretti montaggi. Le eventuali tensioni che dessero luogo a tensocorrosioni, o corrosioni da stress, e riconosciute tali in sede di collaudo, dovranno essere ripristinate a cura e spese della Ditta Appaltatrice anche dopo la scadenza del periodo di garanzia contrattuale sempreché tali corrosioni siano dovute a riconosciute errate o inopportune modalità costruttive della linea.

1.9 ACQUE DI 1° PIOGGIA

1.9.1 Riferimenti normativi e schema funzionale

Con l'emanazione del D. Lgs n. 152/99, successivamente modificato ed integrato dal D. Lgs n. 258/00, che ha recepito la direttiva 91/271/CEE e dal D. Lgs n.152 del 03/04/2006 (Testo Unico Ambientale), si sono fornite le disposizioni in materia di tutela delle acque dall'inquinamento. In particolare è stato introdotto per la prima volta il concetto di "acque di prima pioggia", pur delegando alle Regioni il compito di emanare le normative specifiche di regolamentazione. Alle Regioni spetta quindi il compito di disciplinare i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio di aree esterne siano canalizzate ed opportunamente trattate.

Per quanto riguarda la Regione Veneto, il Piano di Tutela previsto dall'art. 44 del D.Lgs. 152/99 è stato adottato con la deliberazione della Giunta Regionale n. 4453 del 29/12/2004.

Nel Piano di Tutela della Regione Veneto le acque di prima pioggia vengono così definite (art.38, comma n.7):
"...si individuano quali acque di prima pioggia le acque che dilavano le superfici nei primi 15 minuti di precipitazione, che comunque producano una lama d'acqua convenzionale pari ad almeno 5 mm uniformemente distribuiti sull'intera superficie drenante afferente alla sezione di chiusura del bacino idrografico elementare interessato. Ai fini del calcolo delle portate si dovranno assumere quali coefficienti di afflusso convenzionali il valore 1 per le superfici impermeabili, ed il valore 0.3 per le superfici permeabili, escludendo dal computo le superfici coltivate."

E' evidente che l'accumulo di inquinanti in tempo secco ed il loro lavaggio operato dalla pioggia può raggiungere livelli non trascurabili su superfici interessate da intenso traffico veicolare. In questo caso il trasporto degli inquinanti nei collettori fognari e la loro immissione diretta nei corpi idrici ricettori può essere causa di notevoli danni all'ambiente, soprattutto se posta in relazione agli obiettivi di qualità dei corpi idrici stabiliti dal citato D. Lgs n. 152/2006.

La rete di raccolta delle acque di prima pioggia si compone, quindi, dei seguenti elementi:

- Punti di raccolta delle acque meteoriche costituiti da caditoie stradali ubicate ai lati delle carreggiate e nelle linee di compluvio.
- Rete di condotte di diametro opportuno per il trasporto delle acque di prima pioggia nei punti di stoccaggio e trattamento.
- Manufatti per l'accumulo e il trattamento fisico delle acque di prima pioggia costituiti da vasche prefabbricate in c.a. di opportuna capacità.
- Impianti di sollevamenti per lo svuotamento delle vasche di accumulo e l'immissione delle acque trattate all'interno del bacino di fitodepurazione.
- Bacino di fitodepurazione per l'effettuazione del trattamento di finissaggio delle acque di prima pioggia.

Nel presente progetto è prevista la captazione e il trattamento delle acque di prima pioggia che si depositano sulla piattaforma del parcheggio, del piazzale del casello e delle rampe di approccio sia lato autostrada che lato variante SP 246; le acque di seconda pioggia e le acque raccolte dalle rimanenti piattaforme vengono recapitate agli scoli principali direttamente o tramite i fossi di guardia.

1.9.2 Vasche di trattamento

Le sostanze inquinanti generalmente presenti sulla carreggiata sono: parti di usura dei pneumatici e dei freni, perdite di liquidi da veicoli, sali dispersi con funzione antigelo nella stagione invernale, disperdimenti dovuti a incidenti di autocisterne e simili. Nei primi tre casi gli inquinanti sono trasportati dalle acque meteoriche nei manufatti di raccolta e di smaltimento mentre, in caso di incidente, la sorgente di inquinamento risulta indipendente dagli eventi atmosferici.

Per evitare che le acque con maggiori quantità di sostanze inquinanti (parcheggio, piazzale del casello) vengano trasferite direttamente alla rete idrica costituita da canali e scoli, è stato previsto un sistema di raccolta delle acque di prima pioggia costituito da due vasche (collocate in prossimità del parcheggio e della rotatoria del casello), collegate alle caditoie stradali tramite una rete di tubazioni.

All'interno delle vasche avviene la separazione delle sostanze grasse, che risalgono in superficie, e delle sostanze sedimentabili, che si depositano sul fondo; l'acqua chiarificata viene quindi trasferita nella camera di sollevamento attraverso un dispositivo a galleggiante che evita il trascinarsi delle sostanze grasse. Nella camera di

sollevamento è collocata una pompa sommergibile, che invia le acque nel bacino di fitodepurazione. Il ciclo di riempimento e svuotamento della vasca deve avere una durata minima di 48 ore. Le sostanze inquinanti depositate sul fondo delle vasche di raccolta, sono poi evacuate periodicamente tramite autobotte.

Nel presente progetto sono previsti 5 punti di raccolta delle acque di prima pioggia: l'ubicazione delle vasche di accumulo e trattamento è stata fatta tenendo conto delle possibili zone di compluvio e della presenza delle strutture di progetto (cunicoli, edifici ecc). Le zone individuate sono le seguenti:

- Punto n.1 - lato nord-ovest del piazzale del casello in corrispondenza della piazzola di sosta per mezzi eccezionali, dopo la barriera di esazione di accesso all'autostrada. N.2 vasche con una capacità complessiva pari a 50 m³.
- Punto n.2 - lato sud-ovest del piazzale del casello in corrispondenza della piazzola di sosta per mezzi eccezionali, prima della barriera di esazione di uscita dall'autostrada. N.3 vasche con una capacità complessiva pari a 80 m³.
- Punto n.3 - lato nord-est del piazzale del casello in corrispondenza della piazzola di sosta per mezzi eccezionali, prima della barriera di esazione di accesso all'autostrada. N.1 vasca con una capacità complessiva pari a 30 m³.
- Punto n.4 - lato sud-est del piazzale del casello in prossimità del bacino di fitodepurazione. N.2 vasche con una capacità complessiva pari a 60 m³.
- Punto n.5 - lato sud-ovest del parcheggio, in prossimità dell'area tecnica. N.4 vasche con una capacità complessiva pari a 140 m³.

La capacità complessiva delle vasche di prima pioggia risulta pari a 360 m³.

Le vasche utilizzate nei punti di raccolta sono di seguito descritte.

Vasca tipo A

Le vasche di tipo A sono 2 e sono realizzate in calcestruzzo armato precompresso monoblocco (con soletta di copertura inclusa nella struttura), a forma parallelepipedica, in versione carrabile per mezzi pesanti, vuote internamente, ispezionabili a passo d'uomo, complete di prolunghe e dei chiusini carrabili secondo UNI EN 124 e aventi le seguenti dimensioni esterne:

- lunghezza: 560 cm
- larghezza: 230 cm
- altezza: 240 cm
- peso: 210 q.li ca.

Vasca tipo B

Le vasche di tipo B sono 4 e sono realizzate in calcestruzzo armato precompresso monoblocco (con soletta di copertura inclusa nella struttura), a forma parallelepipedica, in versione carrabile per mezzi pesanti, complete di suddivisione per pozzetto di accumulo e rilancio acque, vuote internamente, ispezionabili a passo d'uomo, complete di prolunghe e dei chiusini carrabili secondo UNI EN 124 e aventi le seguenti dimensioni esterne:

- lunghezza: 860 cm
- larghezza: 230 cm
- altezza: 240 cm
- peso: 305 q.li ca.

Vasca tipo C

La vasca tipo C è realizzata in calcestruzzo armato precompresso monoblocco (con soletta di copertura inclusa nella struttura), a forma parallelepipedica, in versione carrabile per mezzi pesanti vuota internamente, ispezioni a passo d'uomo, completa di prolunghe e dei chiusini carrabili secondo UNI EN 124, avente le seguenti dimensioni esterne:

- lunghezza: 860 cm
- larghezza: 230 cm
- altezza: 240 cm
- peso: 305 q.li ca.

Vasca tipo D

La vasca tipo D è realizzata in calcestruzzo armato precompresso monoblocco (con soletta di copertura inclusa nella struttura), a forma parallelepipedica, in versione carrabile per mezzi pesanti vuota internamente, ispezioni a passo d'uomo, completa di prolunghe e dei chiusini carrabili secondo UNI EN 124, avente le seguenti dimensioni esterne:

- lunghezza: 860 cm
- larghezza: 230 cm
- altezza: 240 cm
- peso: 290 q.li ca.

Vasca tipo F

Le vasche di tipo F sono 3 e sono realizzate in calcestruzzo armato precompresso monoblocco (con soletta di copertura inclusa nella struttura), a forma parallelepipedica, in versione carrabile mezzi per pesanti, vuote internamente, ispezionabili a passo d'uomo, complete di prolunghe e dei chiusini carrabili secondo UNI EN 124 e aventi le seguenti dimensioni esterne:

- lunghezza: 860 cm
- larghezza; 230 cm
- altezza: 260 cm
- peso: 300 q.li ca.

Vasca tipo E

La vasca di tipo E è realizzata in calcestruzzo armato precompresso monoblocco (con soletta di copertura inclusa nella struttura), a forma parallelepipedica, in versione carrabile per mezzi pesanti, completa di suddivisione per pozzetto di accumolo e rilancio acque, vuota internamente, ispezionabile a passo d'uomo, complete di prolunghe e dei chiusini carrabili secondo UNI EN 124 e aventi le seguenti dimensioni esterne:

- lunghezza: 860 cm
- larghezza: 230 cm
- altezza: 260 cm
- peso; 315 q.li ca.

Nel garantire comunque i volumi interni utili previsti dal presente progetto, in fase di costruzione le misure esterne delle vasche non potranno subire variazioni oltre i 10 cm, a seconda della tipologia costruttiva utilizzata.

Per ogni punto di raccolta è prevista l'installazione di una valvola di blocco afflusso acque in ingresso alle vasche al raggiungimento del livello massimo stabilito, essa è regolata da un comando a galleggiante, realizzato in acciaio zincato a caldo DN 200.

Per ogni punto di raccolta è la messa in opera all'interno della vasca completa di suddivisione per pozzetto di accumolo e rilancio acque l'installazione di un dispositivo di ripresa acque "pulite" costituito da un galleggiante in acciaio, bocca di raccolta in acciaio zincato e tubo flessibile in materiale plastico.

Per ogni punto di raccolta dovrà essere installata una pompa elettropompa sommergibile, con girante aperta arretrata adatta per il sollevamento di acque di scarico grigliate, avente le seguenti caratteristiche:

- Portata 4.5 l/sec
- Prevalenza 3.0 m.c.a.
- Passaggio libero girante Ø 30 mm
- Potenza motore 0.7 kW
- Numero poli motore 2
- Diametro mandata 1"1/2 GAS F
- Alimentazione elettrica 400 V - trifase

Dovrà essere posata in opera a valle dell'elettropompa sommergibile una tubazione di mandata DN40 in acciaio zincato, fino a bordo vasca.

Ogni impianto di sollevamento è dotato di regolatore di livello a galleggiante, a variazione di assetto, per stazioni di pompaggio di acque fognarie, scarichi industriali e acque di drenaggio, adatto per pesi specifici da 0,95 a 1.10 kg/dm³.

Per ogni punto di raccolta si dovrà prevedere un quadro elettrico di controllo, con comando e protezione ad azionamento automatico per n. 1 elettropompa, realizzato con cassa di protezione e contenimento in vetroresina,

posto su colonnina, idoneo per l'installazione in ambiente esterno o resistente alla corrosione, realizzato secondo norme CEI, completo degli accessori necessari al suo regolare funzionamento.

Allacci elettrici in campo e collaudo funzionale

Per ogni elettropompa dovrà essere realizzato un apposito impianto elettrico. L'impianto elettrico dovrà essere composto da una linea di distribuzione della forza matrice, con collegamento dell'utenza con cavi elettrici isolanti di adeguata sezione, in partenza dal quadro e sino all'elettropompa, ubicata ad una distanza massima di ml 5. I cavi elettrici dovranno essere posati in tubi protettivi di materiale plastico autoestinguento o in passerelle portacavi il tutto secondo le normative vigenti.

Inoltre l'impianto di messa a terra per la protezione contro le fortuite dispersioni di corrente elettrica dovrà essere collegato con rete di messa a terra costituita da idoneo numero di dispersori di ferro conficcati a terra in pozzetti di ispezione in cemento e collegati tra loro da corda di rama nuda interrata. L'impianto costituito dai dispersori, conduttori di terra, collettori di terra e relativi allacciamenti con capicorda, viti, bulloni ed accessori sarà tale da realizzare una resistenza di terra conforme alle norme vigenti.

Si dovrà inoltre procedere al collaudo funzionale da effettuarsi contestualmente agli allacci elettrici in cantiere.

1.9.3 Bacino di fitodepurazione

Al fine di migliorare la qualità delle acque che vengono recapitate nella rete idrografica superficiale è stato previsto un bacino di fitodepurazione, ubicato in prossimità del parcheggio ed avente una superficie di circa 1300 mq (fondo bacino). In questo bacino verranno recapitate le acque di prima pioggia dopo che esse avranno subito il trattamento fisico di separazione delle sostanze galleggianti e di decantazione previsto all'interno delle vasche di raccolta.

La fitodepurazione rappresenta un sistema di depurazione naturale, applicabile a tipologie di reflui molto differenziati tra loro in qualità di trattamento secondario o terziario (trattamento di finissaggio). Il trattamento si può estendere a reflui civili ed industriali, percolati di discarica e ad acque di dilavamento di strade e autostrade. I pregi di questi sistemi possono essere così riassunti:

- gestione dell'impianto semplice e poco onerosa;
- ottime rese depurative in termini di COD, BOD5, solidi sospesi e sedimentabili e Azoto;
- ridotto impatto ambientale;
- ridotto consumo energetico.

Per quanto riguarda la tecnica di fitodepurazione utilizzata in progetto, è stato scelto il sistema a macrofite radicate emergenti, con flusso superficiale. Le macrofite sono piante acquatiche che, insieme ai microrganismi ad esse associate, rimuovono parte delle sostanze indesiderate grazie al processo di assimilazione diretta e fornendo l'ambiente ideale per l'azione dei microrganismi, che trasformano o riducono la concentrazione degli inquinanti. Naturalmente la scelta delle piante per il sistema depurativo deve essere fatta sulla base delle caratteristiche del carico inquinante da trattare, della loro compatibilità ambientale e della disponibilità nel territorio. La realizzazione del sistema a flusso superficiale necessita di un bacino idrico costantemente sommerso, con una profondità dell'acqua dell'ordine di 40-60 cm, all'interno del quale vengono collocate le piante acquatiche. Il bacino funziona anche come termoriduttore grazie al rilascio nell'atmosfera di quantità di acqua (fino a 2 mm/d durante l'estate e 1 mm/d durante la primavera-autunno) capaci di aumentare il tasso d'umidità e permettere la saturazione di altre molecole presenti nel sito.

Il bacino di fitodepurazione di progetto è costituito da una vasca con fondo impermeabilizzato con argilla, sul quale si posa uno strato di ghiaia con pezzatura variabile e uno strato di sabbia ove impiantare le macrofite, per uno spessore complessivo di circa 70 cm. Un manufatto, a monte del bacino, raccoglierà le portate in arrivo dalle vasche di prima pioggia e le immetterà all'interno del bacino, mentre una tubazione di troppo pieno, a valle, permetterà eventuali scarichi di emergenza. I materiali impiegati dovranno essere accettati dalla Direzione Lavori prima della successiva posa in opera.

L'apparato vegetazionale costituito dalle "*macrofite radicate emergenti*" dovrà essere realizzato previa accettazione delle specie arboree da parte del Direttore Lavori. Inoltre si dovrà garantire l'attecchimento della vegetazione piantumata.

ART. 24bis

- SPECIFICHE OPERE CIVILI IMPIANTI -

INDICE

| | | |
|---------|---|-----|
| 24bis | Specifiche opere civili impianti | 435 |
| 24bis.1 | Scavi per tubazioni e pozzetti impianti elettrici di tratta | 435 |
| 24bis.2 | Blocchi di fondazione per pali illuminazione..... | 435 |
| 24bis.3 | Pozzetti..... | 435 |
| 24bis.4 | chiusini | 436 |
| 24bis.5 | TUBAZIONI IN PVC | 436 |
| | Tubazioni flessibili (pieghevoli) | 436 |
| | Tritubi per linea BBT..... | 436 |
| | Esecuzione | 437 |
| | Misurazione e pagamento | 437 |
| 24bis.6 | Passerelle portatavi..... | 437 |
| 24bis.7 | Elementi di sostegno pali su ponti e viadotti (staffoni) | 437 |

24BIS SPECIFICHE OPERE CIVILI IMPIANTI

24bis.1 SCAVI PER TUBAZIONI E POZZETTI IMPIANTI ELETTRICI DI TRATTA

Gli scavi per la posa delle tubazioni e per i pozzetti degli impianti elettrici di tratta, devono essere eseguiti a mano o con mezzi meccanici, su qualunque tipo di terreno o pavimentazione.

Essi devono essere, per quanto possibile, a pareti verticali e corrispondere alle dimensioni riportate nei disegni di progetto, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori. L'Appaltatore deve porre particolare cura per evitare franamenti e danni provvedendo, ove occorra, alla messa in opera di idonee cassetture.

Prima di procedere agli scavi, l'Appaltatore deve eseguire, a propria cura e spese, e previo accordo con la Direzione Lavori, i sondaggi necessari per rilevare l'eventuale presenza nel sottosuolo di manufatti, condutture, cavi o altri servizi che possano ostacolare i lavori.

I danni eventualmente riscontrati, o provocati, a condutture o servizi dovranno essere segnalati immediatamente agli Enti interessati, per gli interventi del caso; di tali segnalazioni, deve essere data tempestivamente notizia anche alla Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore deve depositare lungo la trincea parte del materiale scavato, lasciando, almeno da un lato, una banchina praticabile.

24bis.2 BLOCCHI DI FONDAZIONE PER PALI ILLUMINAZIONE

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali di illuminazione, dovranno essere mantenute le caratteristiche dimensionali indicate nei disegni di progetto.

In particolare, dovranno essere verificate con la Direzione Lavori, prima dell'esecuzione dei lavori, le distanze dalle barriere di sicurezza, al fine di mantenere le distanze minime ammesse (W) tra queste ed i pali. Tali distanze sono funzione del grado di deformabilità delle barriere di sicurezza in caso di urti.

Nell'esecuzione dell'opera, dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

1. esecuzione dello scavo, con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
2. formazione del blocco di fondazione in calcestruzzo armato dosato a 300 kg, conforme alle disposizioni contenute nell'articolo relativo ai "CALCESTRUZZI";
3. la superficie superiore dei blocchi dovrà essere sagomata, ancora in corso di getto, a quattro spioventi, per assicurare l'allontanamento dell'acqua dalla base dei pali e tutte le parti in vista dovranno essere intonacate con malta dosata a 400 kg di cemento tipo Portland classe 325 per metro cubo di sabbia vagliata;
4. esecuzione del foro per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma adeguata, da concordare con la D.L.;
5. esecuzione del pozzetto di alimentazione del palo, da realizzarsi ai margini del blocco di fondazione, delle dimensioni riportate a disegno;
6. fornitura e posa in opera, entro il blocco di calcestruzzo, di spezzoni di tubazioni in PVC, come da disegno, tra il pozzetto e il foro per l'incastro del palo, per il passaggio dei conduttori di alimentazione e di messa a terra;
7. copertura del foro per inserimento del palo di illuminazione con materiale idoneo, da concordare con D.L., per impedire il riempimento dello stesso con detriti o altro materiale.

Nel caso in cui i blocchi di fondazione venissero a trovarsi in scarpate di terra o di materiale friabile, gli stessi dovranno essere protetti con sistemi che prescriverà la D.L. (paraghiaia ed altro).

24bis.3 POZZETTI

I pozzetti saranno del tipo prefabbricato o gettato in opera, realizzati in cls, in resina rinforzata o in cemento retinato, a seconda di quanto previsto negli elaborati grafici di progetto ed in accordo con la D.L.

Le dimensioni interne utili dei pozzetti dovranno essere necessariamente quelle descritte nei disegni esecutivi, con pareti perimetrali comunque di spessore non inferiore a cm 10.

I pozzetti saranno muniti delle forature necessarie per il passaggio delle tubazioni e degli occorrenti rinforzi in corrispondenza delle forature e degli angoli.

Per le linee BT localizzate ai margini del rilevato autostradale, sono previsti pozzetti rompitratta a interdistanza indicativa di circa 30 m, mentre sulle rampe e sui piazzali degli svincoli la distanza si riduce a circa 22 m, al fine di alimentare i pali di illuminazione.

Per la dorsale BBT i pozzetti saranno del tipo per fibre ottiche, in cemento armato vibrato sezione 125x80, in elementi componibili formati da elemento di base (h=53) con foro, prolunga di rialzo (h=40) e soletta di riduzione per il passo 60x120 (h=12).

In corrispondenza degli attraversamenti della carreggiata autostradale in trincea e in corrispondenza degli attraversamenti per il superamento del Canale Liona si prevedono per tutte le dorsali pozzetti del tipo per fibre ottiche, in cemento armato vibrato sezione 125x80, in elementi componibili formati da elemento di base (h=53) con foro e prolunghe di rialzo (h=variabile) oltre la soletta di riduzione per il passo 60x120 (h=12) (per le altezze si rimanda ai disegni di progetto).

24bis.4 CHIUSINI

Per i pozzetti degli impianti elettrici, si utilizzeranno chiusini in ghisa e in calcestruzzo come riportato nei disegni di progetto.

I chiusini in ghisa saranno del tipo lamellare, rispondenti alla normativa italiana UNI EN 124 ed europea EN 124, carrabili di classe D 400 con carico di rottura > 400 kN; saranno muniti di telaio di sostegno a struttura alveolare in ferro pre-zincato e realizzeranno, mediante apposite profilature dei bordi, un piano continuo con la pavimentazione circostante. Il chiusino in ghisa lamellare, pur essendo più pesante all'apertura, assicura una tenuta stabile e perfetta a tempo indefinito, senza necessità di guarnizioni.

Per i pozzetti per fibre ottiche (125x80) si prevedono chiusini in ghisa sferoidale 500-7 di fabbricazione CEE, conforme alla classe D400 della norma italiana UNI EN 124 ed europea EN 124, con marchio di qualità NF. L'apertura dei semicoperchi è del tipo triangolare tramite l'ausilio di chiave codificata con bloccaggio a 90° lasciando per l'ispezione un lato maggiore del telaio libero da ostacoli.

Tutti i chiusini e i telai devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- riferimento alla norma;
- la classe corrispondente (D 400);
- il nome e/o il marchio di identificazione del fabbricante e il luogo di fabbricazione, che può essere in codice;
- il marchio di un ente di certificazione;

e possono riportare:

- marcature aggiuntive relative all'applicazione o al proprietario;
- l'identificazione del prodotto (nome e/o numero di catalogo).

Le marcature di cui sopra devono essere riportate in maniera chiara e durevole e devono, dove possibile, essere visibili quando l'unità è installata.

I chiusini in calcestruzzo armato devono essere del tipo carrabile classe C250 (carico di rottura kN 250).

24bis.5 TUBAZIONI IN PVC

Tubazioni rigide

I tubi protettivi rigidi in PVC per posa interrata (cavidotti) saranno in PVC a bassissima emissione di alogeni, inattaccabile agli acidi e ai microrganismi, autoestinguente, del tipo rigido serie media, piegabile a freddo; saranno completi di raccordi, curve e manicotti atti a garantire il grado di protezione IP55, del diametro nominale indicate negli elaborati grafici.

La superficie interna sarà perfettamente liscia, mentre quella esterna presenterà una banda gialla tracciata a spirale; un'estremità sarà terminata a bicchiere.

Saranno dotati di marchio IMQ e conformi alle Norme CEI EN 50086-1, con i limiti previsti nella CEI EN 50086-2-4; la prova allo schiacciamento risponderà alle Norme CEI EN 50086-2-4.

Resistenza di isolamento 100 MΩ.

Tubazioni flessibili (pieghevoli)

I cavidotti flessibili saranno del tipo a doppia parete, corrugato all'esterno e liscio all'interno, in polietilene ad alta densità dotato di resistenza allo schiacciamento 750 N; saranno posti in opera entro scavo predisposto, ad una profondità non inferiore a 40 cm dal piano stradale.

Saranno dotati di marchio IMQ e conformi alle Norme CEI EN 50086.

Resistenza di isolamento 100 MΩ.

Tritubi per linea BBT

I tubi per la posa dei cavi in fibra ottica saranno o tritubo, in estruso di polietilene ad alta densità (PEAD), stabilizzato con nero fumo contro l'invecchiamento e filettabile. Protezioni meccaniche rispondenti ai capitolati

ISPT e Telecom; superficie esterna liscia e interna rigata, tre fori utilizzabili per l'infilaggio dei cavi, compresi, dove necessario, tappi ad espansione per la chiusura stagna dei fori, completi di guarnizione in neoprene e flange trattenute da una barra filettata per la perfetta chiusura stagna dei fori in presenza del cavo, completi di guarnizione in neoprene, flangie spaccate e gomma aderente alla superficie del cavo.

Esecuzione

Per l'interramento dei cavidotti tubazioni, si dovrà prevedere la prima parte del rinterro, per uno spessore minimo di 10cm, con sabbia ben compattata e livellata. Il rinfianco delle tubazioni potrà pure essere effettuato con sabbia ed accuratamente costipato; potrà inoltre essere riportata sabbia a copertura della tubazione come riportato nei disegni di progetto. Il rinterro della restante altezza della trincea fino al piano di campagna può essere effettuato con lo stesso materiale di scavo (sempre che non si tratti di torba, fanghi e materia organica o anche di argille o limo o comunque materiale non ritenuto idoneo dalla Direzione lavori), esente da elementi superiori a 100 mm e di residui animali e vegetali.

Il rinterro deve essere effettuato a strati successivi, dello spessore massimo di cm 30.

I percorsi dovranno essere scelti in modo da porre i tubi sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie, per riparazioni ai manti stradali o movimenti di terra nelle zone a prato o giardino.

Le giunzioni dei singoli tubi rigidi dovranno essere a bicchiere, con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, e dovranno risultare con i singoli tratti uniti tra loro e stretti da collari o flangie, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna.

Dopo la messa in opera delle canalizzazioni in tubo, l'Appaltatore deve provvedere alla soffiatura interna degli stessi ed alla chiusura del tubo alle estremità, con tappi di consistenza tale da non permettere l'ingresso a corpi estranei nell'intervallo di tempo tra la posa e l'infilaggio dei cavi; Inoltre, l'Appaltatore dovrà provvedere ad infilare un filo di ferro zincato di sezione adeguata all'interno di ciascun tubo per consentire la successiva posa dei cavi elettrici.

I cavidotti dovranno essere posati rispettando le pendenze indicate dalla Direzione Lavori, in modo che sia possibile lo scorrimento delle eventuali acque di penetrazione verso i pozzetti di scarico all'uopo predisposti.

I cavi non dovranno in nessun caso seguire percorsi con curve di raggio inferiori a 15 volte loro diametro.

Misurazione e pagamento

I cavidotti con tubazioni in PVC, nei vari tipi descritti e specificati in progetto e dalle relative voci di Elenco Prezzi, saranno valutati a metro lineare di sviluppo effettivamente rilevato dal filo interno dei pozzetti di raccordo, compreso anche il filo di ferro zincato posto internamente ad ogni tubo in PVC.

Devono essere comprese le giunzioni e il fissaggio con malta cementizia ai pozzetti, e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a regola d'arte.

24bis.6 PASSERELLE PORTATAVI.

Le passerelle portatavi dovranno essere del tipo in lamiera zincata a caldo per immersione UNI EN 10147 '93, tipo aperta, o tipo forata IP40 o in esecuzione chiusa IP44 con guarnizione autoadesiva, spessore 1.5 mm, priva di superfici abrasive e taglienti. Le passerelle devono essere del tipo con bordo rinforzato e arrotondato, complete di coperchio, eventuali curve, derivazioni, giunzioni, sospensioni e separatori, conformi alle prescrizioni CEI 23-31 '97. Dovranno inoltre essere fornite ad elementi modulari, con misure da 1 a 6 m, complete degli elementi di giunzione e di bulloneria a testa arrotondata e ogni altro onere ed accessorio necessario per la posa, per dare il lavoro finito a regola d'arte.

Le dimensioni sono quelle descritte nei disegni di progetto, con altezza minima comunque pari a 75 mm mentre la larghezza potrà variare a secondo delle necessità da 100 a 200 mm, salvo diversa indicazione della D.L..

24bis.7 ELEMENTI DI SOSTEGNO PALI SU PONTI E VIADOTTI (STAFFONI)

Gli elementi di sostegno dei pali su ponti e viadotti saranno in acciaio zincato a caldo di classe FE 430, di dimensioni e forme descritte nei disegni e nella relazione di calcolo di progetto.

CAPO SECONDO

NORME PER LA MISURAZIONE E CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI

ART. 25**MISURAZIONE DEI LAVORI**

Resta stabilito, innanzitutto, che, sia per i lavori compensati a corpo che per quelli compensati a misura, l'Appaltatore ha l'onere contrattuale di predisporre in dettaglio tutti i disegni contabili delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite con l'indicazione (quote, prospetti e quant'altro necessario) delle quantità, parziali e totali, nonché con l'indicazione delle relative operazioni aritmetiche e degli sviluppi algebrici necessari alla individuazione delle quantità medesime, di ogni singola categoria di lavoro attinente l'opera o la lavorazione interessata.

Detti disegni contabili, da predisporre su supporto magnetico e da tradurre, in almeno duplice copia su idoneo supporto cartaceo, saranno obbligatoriamente consegnati tempestivamente alla Direzione Lavori per il necessario e preventivo controllo e verifica da effettuare sulla base delle misurazioni, effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, durante l'esecuzione dei lavori.

Tale documentazione contabile è indispensabile per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate di acconto, secondo quanto stabilito in merito per i pagamenti.

La suddetta documentazione contabile resterà di proprietà dell'Amministrazione committente.

Tutto ciò premesso e stabilito, si precisa che:

I lavori compensati "a misura" saranno liquidati secondo le misure geometriche, o a numero, o a peso, così come rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore durante l'esecuzione dei lavori.

I lavori, invece, da compensare "a corpo" saranno controllati in corso d'opera attraverso le misure geometriche, o a peso, o a numero, rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore, e confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati grafici facenti parte integrante ed allegati al Contratto di Appalto.

Per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate d'acconto il corrispettivo da accreditare negli S.A.L. è la parte percentuale del totale del prezzo a corpo risultante da tale preventivo controllo, effettuato a misura, oltre le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative (detrazioni) scaturite a seguito del Collaudo in corso d'opera.

A completamento avvenuto di tutte le opere a corpo, risultante da apposito Verbale di constatazione redatto in contraddittorio con l'Appaltatore, la Direzione dei Lavori provvederà, con le modalità suddette, al pagamento del residuo, deducendo le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative scaturite dalle operazioni e dalle verifiche effettuate dalla Commissione di Collaudo in corso d'opera.

ART. 26**SCAVI - DEMOLIZIONI - RILEVATI**

La misurazione degli scavi e dei rilevati, esclusi quelli di fondazione e di bonifica, verrà effettuata esclusivamente ai fini del pagamento degli acconti.

Avrà, invece, valore di liquidazione per gli scavi di fondazione e di bonifica.

Resta inteso che i materiali provenienti dagli scavi in genere e dalle demolizioni rimangono di proprietà dell'Ente Appaltante. L'Impresa ha l'obbligo di riutilizzarli, se qualitativamente ammissibili, per le altre lavorazioni previste in appalto.

Potrà l'Appaltatore, se ciò verrà accettato dal Responsabile del Procedimento, utilizzare metodi di correzione dei materiali di caratteristiche fisico meccaniche scadenti provenienti dagli scavi in modo da renderli utilizzabili per i rilevati, restando a proprio carico ogni onere e spesa relativa ai materiali di correzione ed alle lavorazioni a ciò necessaria.

A) Preparazione dei piani di posa

La preparazione dei piani di posa verrà effettuata previo disboscamento, con l'eliminazione dello strato vegetale e con la demolizione di manufatti eventualmente presenti sul tracciato, per i quali l'Appaltatore si sia preventivamente munito dell'ordine scritto della Direzione Lavori; il materiale di scavo che sia costituito da terreno vegetale, verrà riportato in sede esterna al corpo del rilevato per il successivo utilizzo a rivestimento delle scarpate.

Analogamente i materiali provenienti dagli scavi di bonifica verranno depositati e successivamente riportati a rivestimento di scarpate o, se esuberanti, a modellamento del terreno ovvero dovranno essere portati a discarica a cura e spese dell'Appaltatore, fino alla distanza di km 5 misurati per il percorso più breve dal punto più vicino al cantiere. Per distanze superiori ai 5 km è prevista una apposita voce di Elenco Prezzi.

In ogni caso nulla sarà dovuto in più all'Appaltatore se non il corrispettivo dello scavo di sbancamento per la bonifica, ovviamente se questa risulterà necessaria, rimanendo pattuito che il riempimento dello scavo di bonifica con materiale drenante sarà compensato con la relativa voce di Elenco Prezzi.

Del pari, la preparazione del piano di posa in trincea verrà effettuata con l'eventuale scavo di ammorsamento e bonifica per la profondità di 20 cm al di sotto del piano del cassonetto, salvo eventuali maggiori scavi di bonifica che venissero disposti dalla Direzione dei Lavori, con i medesimi oneri precedenti.

B) Scavi di sbancamento. Scavi di fondazione

Tutti i materiali provenienti dagli scavi rimangono di proprietà dell'Ente Appaltante. L'Impresa, di norma, dovrà riutilizzarli per l'opera appaltata o trasportarli a discarica, se non idonei, oppure, se idonei ma esuberanti, in zone di deposito e, comunque, a totale sua cura e spese.

Rimarranno a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri, qualora necessari, connessi con i lavori degli scavi di fondazione (scavo a campioni, puntellature, sbadacchiare o, anche, armatura completa delle pareti di scavo, anche con la perdita del materiale impiegato).

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle murature di fondazione per la loro profondità, misurata a partire dal piano dello scavo di sbancamento.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata, ma in tal caso non sarà pagato il maggior volume, nè il successivo riempimento a ridosso delle murature, che l'impresa dovrà eseguire a propria cura e spese. Al volume di scavo per ciascuna classe di profondità indicata nell'Elenco Prezzi, verrà applicato il relativo prezzo e sovrapprezzo.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei e compensati con il relativo sovrapprezzo, solo se eseguiti a profondità maggiore di cm. 20 dal livello costante a cui si stabilizzano le acque.

Nel prezzo degli scavi di fondazione è sempre compreso l'onere del riempimento dei vuoti attorno alla muratura.

Il trasporto a rilevato, compreso qualsiasi rimaneggiamento delle materie provenienti dagli scavi, è altresì compreso nel prezzo di Elenco degli scavi, anche qualora, per qualsiasi ragione fosse necessario allontanare, depositare provvisoriamente e quindi riprendere e portare in rilevato le materie stesse. Le materie di scavo che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori dalla sede dei lavori, a debita distanza a discarica autorizzata e sistemate convenientemente anche con spianamento e livellazione a campagna, restando a carico dell'impresa ogni spesa conseguente, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito.

C) Demolizioni

Con il compenso per le demolizioni sono compresi tutti gli oneri e la spesa relativa a tale categoria di lavoro (nella quale rientra anche la eventuale demolizione di sovrastruttura stradale), sia eseguita in elevazione che in fondazione e, comunque, senza uso di mine.

In particolare, sono compresi i ponti di servizio, le impalcature, le armature e le sbadacchiature eventualmente occorrenti, nonché l'immediato allontanamento dei materiali di risulta che rimarranno di proprietà dell'Amministrazione (DM 145/2000 art. 36 comma 1) per essere eventualmente utilizzati dall'Impresa per altre lavorazioni del Lotto anche secondo le prescrizioni impartite dalla Direzione Lavori.

La demolizione di eventuali fabbricati, di ogni tipo e struttura e realizzati con qualunque materiale, fabbricati per i quali l'Appaltatore si sia preventivamente procurato l'Ordine scritto di demolizione dalla Direzione lavori, è anch'essa compresa nel compenso dell'appalto; la demolizione delle fondazioni sarà eseguita sino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

D) Rilevati

Il prezzo dei rilevati comprende ogni onere per la formazione degli stessi, sia che i materiali provengano dagli scavi che dalle cave da reperire a cura e spese dell'Appaltatore; la distanza di tali cave viene determinata non inferiore alla distanza segnalata nella Prima Parte del presente Capitolato. Qualora l'Appaltatore dovesse procurare il materiale a distanza minore nulla sarà detratto al compenso. Per distanze maggiori dalle cave ai 5 km, è prevista un'apposita voce di Elenco Prezzi.

Le quantità di scavo di sbancamento, di sistemazione in rilevato ovvero di fornitura dei materiali da cava ovvero qualunque altro magistero o fornitura o lavoro necessario alla formazione dei rilevati, verranno controllate ai soli fini del pagamento delle rate d'acconto e della conoscenza dell'opera, rimanendo pattuito che il prezzo prevede e compensa ogni quantità necessaria per raggiungere le quote di progetto e, comunque, quelle necessarie per consentire il transito sicuro dei veicoli alla velocità di progetto.

L'eventuale fornitura e posa di strati di interposizione, di geotessuti, di guaine, ecc. che venissero ritenute necessarie dal Responsabile del Procedimento, saranno ad esclusivo e totale carico dell'Appaltatore, salvo che l'altezza del rilevato tra la quota del piano viabile (quota rossa) e la base del piano di posa del rilevato o la base delle bonifiche se esistono, sia inferiore a 150 centimetri.

E) Strutture di sostegno in terra con l'aggiunta di altri materiali

La formazione dei rilevati può essere prevista in progetto da eseguirsi con l'uso di materiali di rinforzo, di armature, ecc. anche in sostituzione di vere e proprie strutture di sostegno o controripa.

In tal caso l'Appaltatore dovrà verificare gli elaborati di progetto ed i calcoli di stabilità relativi, per durate di servizio di opere permanenti non inferiore a 70 anni per strutture " ordinarie " ed a 100 anni per strutture "ad alto livello di sicurezza" (spalle e pile di ponti, muri inondabili, ecc., specialmente in zone dichiarate sismiche dalle vigenti disposizioni di legge).

Anche tali sistemi rientrano nel prezzo, esclusi solo gli eventuali cordoli, solette o solettoni di fondazione che dovessero essere necessarie, ma compresi tutti gli altri oneri tra i quali quelli derivanti dal pagamento dei diritti di eventuali Brevetti e quelli di eventuale assistenza specialistica e di laboratorio

ART. 27

PALI PER FONDAZIONI

La lunghezza dei pali in legno e dei pali prefabbricati, ai fini della valutazione, comprende anche la parte appuntita; per la misura del diametro, si assume quello delle sezioni a metà lunghezza.

Quando, stabilita la lunghezza dei pali da adottare, il palo avesse raggiunto la capacità portante prima che la testa sia giunta alla quota stabilita, il palo verrà reciso, a cura e spese dell'Impresa, ma nella valutazione verrà tenuto conto della sua lunghezza originaria.

Nel prezzo a metro sono comprese, oltre la fornitura del palo, anche la fornitura e applicazione della puntazza in ferro e della ghiera in testa, la posa in opera a mezzo di idonei battipali, tutta l'attrezzatura, la mano d'opera occorrente e le prove di carico da eseguire con le modalità e gli oneri previsti all'Art. 10

Per i pali in c.a. costruiti fuori opera, ferme restando le suddette norme per la loro valutazione e messa in opera, si precisa che il prezzo comprende, oltre la fornitura, l'armatura metallica, la puntazza metallica robustamente ancorata al calcestruzzo, le cerchiature di ferro, i prismi in legno a difesa della testata e le prove di carico da eseguire con le modalità e gli oneri previsti all'Art. 10 - Paragrafo 4).

La lunghezza per tutti i pali costruiti in opera, compresi i pali trivellati, sarà quella determinata dalla quota di posa del plinto alla quota di massima infissione del tuboforma.

Resta pertanto confermato che nei relativi prezzi di Elenco si intendono compresi e compensati:

- l'infissione del tuboforma, la fornitura del calcestruzzo, il suo getto e costipamento con mezzi idonei, la formazione di eventuali bulbi di base ed espansioni laterali, il ritiro graduale del tuboforma, gli esaurimenti d'acqua, l'eventuale impiego di scalpello, la rasatura delle teste, l'eventuale foratura a vuoto del terreno, la posa in opera, ove occorre, di un'idonea controcamicia di lamierino per il contenimento del getto nella parte in acqua, e le prove di carico che saranno ordinate dalla Direzione dei Lavori con le modalità e gli oneri previsti dall'Art. 10 - paragrafo c), restando invece esclusa l'eventuale fornitura e posa in opera dell'armatura metallica, che verrà compensata con il relativo prezzo di Elenco.

Per i pali eseguiti con l'impiego di fanghi bentonitici, fermo restando che tutti gli oneri precedentemente indicati (escludendo quello relativo al tuboforma che non viene impiegato) sono compresi nei relativi prezzi di Elenco, resta stabilito che la loro lunghezza è determinata dalla quota di posa del plinto sino alla massima profondità accertata, in contraddittorio e con stesura di un verbale di misurazione, al termine della fase di perforazione.

I pali per fondazione, sia infissi che costruiti in opera, potranno dalla Direzione dei Lavori essere ordinati con inclinazione fino a 20° rispetto alla verticale, senza dar luogo a maggiorazione di prezzo alcuna. Per inclinazioni superiori a 20° rispetto alla verticale, i pali verranno pagati con i relativi prezzi di Elenco.

Nei prezzi di tutti i pali trivellati eseguiti in opera, sia di piccolo che di grande diametro, è sempre compreso l'onere dell'estrazione e del trasporto a rifiuto delle materie provenienti dall'escavazione del foro.

ART. 28

MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI

Tutte le opere in muratura ed in conglomerato cementizio, previste nei disegni di progetto allegati al Contratto di appalto, verranno controllate con metodi geometrici mediante misure effettuate sul vivo delle opere medesime escludendo, perciò, gli intonaci, ove esistano, e detraendo i vuoti ed il volume di altri materiali di natura differente compenetrati nelle strutture ma non quelli della armatura in acciaio lenta o precompressa e quelli relativi alle feritoie eseguite sulle opere di sostegno e di contenimento delle scarpate.

La resistenza dei materiali delle murature in elevazione dovrà essere non inferiore a quella prevista in progetto o comunque necessaria a seguito dei prescritti calcoli di stabilità, il controllo dei quali costituisce preciso onere contrattuale dell'Appaltatore; ovviamente, tale controllo e tutte le necessarie verifiche statiche saranno

dall'Appaltatore effettuate secondo i criteri di calcolo della Scienza delle Costruzioni e con pieno rispetto delle norme vigenti in materia.

Per "parti in elevazione" delle strutture si considerano, come normalmente viene indicato nel linguaggio tecnico delle costruzioni, le parti elevantesi dall'estradosso (spiccato) del plinto, della soletta, del solettone, della platea, ecc.

Tali parti in elevazione, comprendono le armature in acciaio, lente, post-tese e/o pretese, le cassature, le armature dei casseri, i ponteggi, i carrelloni anche per il getto a conci successivi, eseguiti in opera o prefabbricati, la fornitura, il trasporto ed il varo, con qualunque sistema, delle travi prefabbricate, le predalles relative per il getto in opera delle solette, anche a sbalzo, e delle travi di ripartizione e dei traversi, le eventuali apparecchiature per il varo ad estrusione nonché ogni altra struttura provvisoria, strumento, apparecchiatura, attrezzatura e macchinario ed ogni altro magistero per realizzare le opere d'arte secondo progetto, o comunque in guisa tale da consentire l'utilizzo sicuro e completo dell'opera appaltata.

Nel caso in cui singole parti delle murature o delle opere d'arte risultassero di resistenza caratteristica inferiore a quella prescritta in progetto ed a condizione che le opere eseguite possano essere lasciate sussistere senza inconvenienti perché, comunque, rispondenti alla Normativa tecnica vigente in termini di resistenza e di durabilità, il prezzo verrà decurtato di una quantità corrispondente alla minore resistenza riscontrata.

Anche vistosi difetti di esecuzione dei paramenti in vista (nidi di ghiaia e sabbia, imperfetta planarità delle superfici, irregolare andamento delle superfici curve, ecc.) comporteranno adeguate decurtazioni del prezzo.

Il prezzo comprende, inoltre, ogni fornitura a piè d'opera di inerti, leganti, acqua, additivi antigelo, fluidificanti, antiritiro, malte per iniezione di cavi di precompressione, i cavi stessi, le loro testate e le operazioni di tesatura, anche in più fasi, ed ogni altra fornitura necessaria secondo le tecniche strutturali desumibili dal progetto; con detto prezzo viene compensata altresì, la manodopera, anche specialistica, necessaria.

Il suddetto corrispettivo comprende inoltre:

- 1) La protezione delle superfici, delle strutture in conglomerato cementizio normale o precompresso, o anche di acciaio, sia a faccia vista che a faccia nascosta, le superfici sottostanti la sede stradale o altre indicate dai disegni di progetto, mediante trattamenti impermeabilizzanti e/o indurenti, vernici di protezione, cappe, ecc. delle qualità da definire con la Direzione dei Lavori in relazione al grado di aggressività normalmente riscontrabile, compreso quella derivante dall'impiego dei sali antigelo per i piani viabili.

Qualora, invece, il Responsabile del Procedimento ritenga di utilizzare particolari e specifiche procedure e sistemi di protezione (ad es. catodica) o l'uso di cementi pozzolanici o ad alta resistenza, interventi questi ritenuti necessari per la presenza di acque di percolazione chimicamente aggressive (solfatiche, basiche, ecc.) o perché le opere ricadono in atmosfera di tipo marino o industriale particolarmente aggressivo, l'Amministrazione appaltante potrà ordinare l'impiego dei materiali di qualità migliore assumendosene l'onere e la spesa per l'acquisto, ma rimanendo a carico dell'Appaltatore, perché ricompreso nel compenso, l'onere e la spesa del trasporto dai magazzini dell'Amministrazione al Cantiere e quelli di posa in opera dei materiali forniti.

Il prezzo non verrà variato a seguito di ciò qualunque sia il maggior costo eventualmente derivante per l'Appaltatore.

- 2) La fornitura e la posa in opera degli apparecchi di appoggio per gli impalcati di ponti, viadotti, cavalcavia, ecc. impalcati di qualunque tipo e dimensione.

Gli apparecchi di appoggio saranno dimensionati sia in funzione degli specifici calcoli statici prescritti dalla Normativa vigente e, di norma, per consentire l'appoggio delle strutture d'impalcato di tipo continuo nella previsione di grado di sismicità non superiore ad $S=9$; sono compresi tutti gli oneri di preparazione delle superfici delle strutture, quelli per la posa in opera e per "l'inghisaggio" degli apparecchi ed ogni altro onere di controllo delle direzioni e specialistico necessario. Qualora la sismicità sia maggiore od il Responsabile del Procedimento proponga l'uso di apparecchiature particolari di qualità migliore e l'Amministrazione accetti, essa se ne assumerà l'onere di acquisto, ma rimarrà a carico dell'Appaltatore, ricompreso nel compenso, l'onere di trasporto dai magazzini dell'Amministrazione e di posa in opera dei materiali forniti.

- 3) La realizzazione di drenaggi e di vespai a tergo delle murature controterra nonché le relative feritoie e le tubazioni per la fuoriuscita delle acque captate, con la necessaria distribuzione sulla base dell'esperienza in sito; sono, altresì, a carico dell'Appaltatore in quanto compresi nel prezzo: il drenaggio e le tubazioni per lo scarico delle acque dagli impalcati in modo da convogliarle a terra senza investire minimamente le strutture in elevazione, tenendo anche in conto gli effetti devianti del vento; le tubazioni saranno realizzate in PVC pesante od in metallo non aggressibile (rame od acciaio inox) e comprenderà i bocchettoni ed ogni altro pezzo speciale necessario; sono, inoltre, a carico dell'Appaltatore gli apparecchi di drenaggio delle acque dalle superfici di estradosso di conglomerati ricoperte da guaine o cappe di impermeabilizzazione; sono a carico dell'Appaltatore le scossaline, in gomma al neoprene ed ogni altro pezzo necessario.

- 4) La fornitura e posa in opera di giunti di ogni genere e tipo per la continuità dei piani viabili, utilizzando sistemi che consentano, di norma, la perfetta continuità degli impalcati, da spalla a spalla, dei ponti, dei viadotti, dei cavalcavia di qualunque lunghezza e dimensione; il tutto, comprendente ogni onere di fornitura, applicazione e posa in opera, compensato con il prezzo di elenco; qualora, peraltro, siano necessari apparecchi di giunto per zone dichiarate sismiche di grado superiore ad $S = 9$ potranno essere utilizzati giunti particolari la cui fornitura a pie' d'opera sarà a carico dell'Amministrazione appaltante, mentre ogni onere di applicazione e posa in opera sarà a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore.
- 5) Le predisposizioni per le barriere di protezione stradale o autostradale cosiddette "di sicurezza" (guardrails) di qualunque tipo e ubicazione (laterali, di spartitraffico, ecc.) e per le barriere antirumore, esclusa la fornitura dei materiali e la loro posa in opera.
- 6) Il prezzo comprende, altresì, ogni spesa ed onere per la fornitura e posa in opera dei manufatti in acciaio (strutturale o non), o in struttura mista acciaio-calce- struzzo collaborante, di qualunque tipo e dimensione, nonchè gli acquedotti ed i tombini tubolari, opere di fondazione escluse. Tali manufatti, perfettamente rispondenti ai disegni di progetto, facenti parte integrante del Contratto di appalto, saranno misurati e valutati ai soli fini della conoscenza dettagliata delle opere stesse e per la individuazione delle percentuali utili ai fini della predisposizione degli stati di avanzamento e della relativa emissione delle rate di acconto. Ogni manufatto sarà preliminarmente calcolato e verificato, ad esclusivo carico dell'Appaltatore, in ogni dettaglio strutturale e d'insieme, secondo le vigenti Normative di Legge e di Regolamento, restando l'Appaltatore medesimo responsabile della sicurezza, dell'agibilità e della durabilità del manufatto medesimo.

ART. 29

SOVRASTRUTTURA STRADALE

La sovrastruttura stradale è compensata con il prezzo dell'appalto.

Fermo restando che la sovrastruttura stradale dovrà essere realizzata secondo le sezioni tipo di progetto ed i disegni allegati al Contratto di appalto nonchè le specifiche tecniche di Capitolato Speciale, relative alle caratteristiche dei materiali, alla loro composizione, ecc., mediante prove da effettuare presso i Laboratori Ufficiali, le misurazioni dei singoli strati componenti sarà effettuata solo dopo il prescritto costipamento.

Tali misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore e sono finalizzate sia al controllo della rispondenza alle specifiche tecniche che alla valutazione delle percentuali da imputare nei singoli S.A.L. per l'emissione delle relative rate di acconto.

La Direzione dei Lavori, nei casi di accertata carenza di spessore dei singoli strati oltre le tolleranze previste oppure nei casi di imprecisa esecuzione della sovrastruttura, riferirà al Responsabile del procedimento proponendo gli opportuni interventi.

ART. 30

DRENAGGI

Le profondità che daranno luogo alla applicazione dei prezzi per lo scavo ed il riempimento dei drenaggi, saranno determinate con la media ponderale, campione per campione, delle varie profondità previste in Elenco Prezzi in relazione al profilo del terreno ed al fondo dello scavo.

ART. 31

VESPAI A TERGO DELLE MURATURE - CORDONATE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO - CANALETTE DI SCARICO MANTELLATE DI RIVESTIMENTO - SCARPATE, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA SISTEMAZIONE CON TERRENO COLTIVO DELLE AIUOLE - LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE - OPERE IN VERDE - PROTEZIONE DELLE SCARPATE IN ROCCIA

Generalità:

Tutte le suddette categorie di lavoro , comprensive di fornitura, posa in opera ed ogni onere connesso, sono compensate con il prezzo di Contratto, solo se esplicitamente riportate nei disegni di progetto allegati al Contratto di appalto.

I materiali e le lavorazioni necessarie saranno rispondenti alle specifiche tecniche del Capitolato Speciale ed ai disegni di progetto allegati al Contratto di appalto.

I controlli, le verifiche e gli accertamenti, eseguiti in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore, sono mirati, da un lato, all'accertamento della rispondenza delle opere eseguite a quanto previsto e stabilito in progetto e, per altro verso, alla valutazione delle percentuali necessarie per la predisposizione degli stati di avanzamento e l'emissione delle relative rate di acconto di pagamento.

Qualora le predette categorie di lavoro non siano esplicitamente riportate nei succitati disegni di progetto ed essendo comunque necessarie vengano ordinate per iscritto dal Responsabile del procedimento, verranno valutate secondo gli articoli seguenti e si applicheranno a tali categorie di lavoro i prezzi di cui all'elenco C).

ART. 32

VESPAI A TERGO DELLE MURATURE

Saranno valutati a volume, misurati ad opera finita.

ART. 33

CORDONATE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Le cordonate in calcestruzzo cementizio eseguite secondo quanto indicato nell'articolo del Capo 1 delle presenti Norme Tecniche, relativo a tale categoria di lavori, verranno valutate a metro e compensate con il relativo prezzo di Elenco.

Detto prezzo comprende ogni onere e magistero necessario per dare le cordonate in opera secondo le prescrizioni dell'articolo del Capo 1 avanti indicato, ivi compreso l'eventuale scavo necessario alla posa dei cordoli e della relativa fondazione. Il calcestruzzo costituente la fondazione prescritta verrà compensato a parte.

La misurazione della cordonata sarà effettuata sul bordo rivolto verso la carreggiata ed, in corrispondenza delle aiuole, sul bordo verso la zona pavimentata di transito.

ART. 34

ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO: CANALETTE DI SCARICO, MANTELLATE DI RIVESTIMENTO, SCARPATE, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA

a) *Canalette di scarico acque piovane*: le canalette in conglomerato cementizio per lo scarico delle acque piovane, secondo il tipo prescritto all'articolo del Capo 1, verranno valutate a metro di lunghezza effettivamente realizzata e misurata sull'asse e compensate con il relativo prezzo di Elenco.

Detto prezzo comprende tutto quanto necessario per dare le canalette in opera secondo le prescrizioni del predetto articolo, compreso lo scavo di posa, il costipamento e relativi ancoraggi, e quant'altro necessario per eseguire il lavoro a perfetta regola d'arte. L'imbocco in calcestruzzo, sia esso prefabbricato o costruito in opera, verrà compensato con la stessa voce di Elenco prezzi delle canalette.

L'eventuale copertura delle canalette in lastre piane, curve o poligonali, prefabbricate in calcestruzzo avente Rck => 30 N/mm² di cemento, verrà compensata con il relativo prezzo di Elenco.

b) *Mantellate in lastre*: le mantellate in lastre di conglomerato cementizio per il rivestimento di scarpate saranno compensate in base alla effettiva superficie delle lastre poste in opera.

Il prezzo comprende tutto quanto è necessario per dare il rivestimento finito in opera, compresa l'armatura in acciaio del tipo FeB 32K da inserire nei giunti, il coronamento di ancoraggio superiore, l'ancoraggio inferiore, la regolazione e costipamento del piano di appoggio ed ogni fornitura e lavorazione per dare il lavoro eseguito a perfetta regola d'arte.

c) *Mantellate in grigliato articolato*: le mantellate a grigliato articolato saranno compensate in base alla loro effettiva superficie, intendendosi compresa e compensata nel prezzo anche la fornitura e posa in opera di terra

vegetale per l'intasamento dei vuoti, la semina di miscuglio di specie erbacee, la regolazione e costipamento del piano di appoggio ed ogni fornitura, lavorazione ed onere per dare il lavoro eseguito a perfetta regola d' arte.

d) *Cunette e fossi di guardia*: le cunette e i fossi di guardia in elementi prefabbricati saranno compensati in base alla loro effettiva superficie interna.

Il prezzo comprende anche la regolarizzazione e costipamento del piano d'appoggio; la fornitura, stesa e costipamento del materiale arido di posa; la stuccatura dei giunti e quant'altro necessario per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, compreso altresì lo scavo per la formazione della cunetta.

ART. 35

SISTEMAZIONE CON TERRENO COLTIVO DELLE AIUOLE

La misurazione della sistemazione con terreno coltivo sarà effettuata secondo la superficie effettiva sistemata, e nel prezzo a metro quadrato, qualunque sia lo spessore del terreno, si intendono compresi e compensati tutti gli oneri previsti nell'articolo del Capo 1 delle presenti Norme Tecniche, relativo a tale categoria di lavoro. In detto prezzo è altresì compresa l'eventuale fornitura di idonea terra vegetale proveniente da cava.

ART. 36

LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE - OPERE IN VERDE

a) *Piantagioni*: le piantagioni di essenze a portamento strisciante o arbustivo di specie forestali saranno misurate per la loro superficie effettiva di impianto, senza effettuare detrazioni di parti non piantate (testate di tombini), quando la superficie di queste sia inferiore a mq 3,00.

b) *Semine*: anche le semine saranno valutate in base alla superficie effettiva, senza effettuare detrazioni, nei limiti di cui al precedente comma.

c) *Rivestimento in zolle*: la valutazione sarà fatta in base alla superficie effettivamente rivestita e sarà comprensiva delle strutture di ancoraggio.

d) *Viminate*: saranno misurate in metro di effettivo sviluppo.

e) *Graticci con fascine verdi*: saranno valutati a metro di effettivo sviluppo; nel prezzo di Elenco è compreso l'onere dello scavo del terreno ed il riassetamento del materiale nella superficie circostante.

Nei prezzi unitari stabiliti in Elenco sono comprese tutte le forniture e la mano d'opera occorrenti per procedere alla eventuale ripresa di erosioni e solcature, sia prima del piantamento, sia successivamente, gli eventuali diserbi, la preparazione fisica e chimica del terreno, il piantamento, tutte le successive cure colturali e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

ART. 37

TELO "GEOTESSILE" PER STRATO ANTICONTAMINANTE, RINFORZO E DRENAGGI

Il telo adoperato come strato anticontaminante, rinforzo, armatura o drenaggio, sarà pagato a metro quadrato secondo la superficie effettivamente ricoperta dal telo, ed in base alla resistenza a trazione del telo stesso, essendo compreso e compensato nel prezzo di Elenco ogni onere per la fornitura, posa in opera, sfridi, sovrapposizioni, saldature.

ART. 38**RECINZIONE STRADALE CON RETE METALLICA ZINCATA E PALI DI SOSTEGNO A TRALICCIO ZINCATI**

La recinzione sarà misurata e valutata a metro lineare di effettiva lunghezza.

ART. 39**RECINZIONE STRADALE CON RETE METALLICA ZINCATA E PLASTICATA E PALI DI SOSTEGNO A TRALICCIO ZINCATI E PLASTICATI**

La recinzione sarà misurata e valutata a metro lineare di effettiva lunghezza.

ART. 40**BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO E PARAPETTI METALLICI**

Le barriere, rette o curve, verranno misurate sulla effettiva lunghezza compresi i terminali.

I tratti di barriere costituenti l'avvio ai parapetti saranno misurati dal sostegno del parapetto da cui esse si dipartono e pagati con l'apposita voce di Elenco prezzi.

La barriera disposta su due file distinte, da situarsi nello spartitraffico, sarà compensata, per ogni fila, con l'apposita voce di Elenco prezzi relativo alle barriere semplici.

Le barriere montate con diversa configurazione verranno compensate con le relative voci di Elenco prezzi.

I pezzi terminali e di chiusura curvi, da impiegare nelle confluenze autostradali o su strade con caratteristiche analoghe ed a chiusura delle barriere nello spartitraffico, aventi raggio di curvatura inferiore a m. 3, saranno valutati e pagati con l'apposita voce di Elenco Prezzi.

Resta stabilito che nelle voci di Elenco Prezzi sono compresi e compensati i pezzi speciali in rettilineo, in curva, terminali, eventuali blocchi di fondazione in calcestruzzo, ed in particolare, per i parapetti o le barriere ricadenti sulle opere d'arte, anche l'onere della formazione dei fori nelle varie opere d'arte e del fissaggio dei sostegni con eventuale malta cementizia.

Nelle voci di Elenco Prezzi deve intendersi sempre compreso e compensato anche l'onere della interposizione di idonei elementi distanziatori fra la fascia ed il sostegno, nonché quello della fornitura e posa in opera dei dispositivi rifrangenti.

ART. 41**BARRIERE DI SICUREZZA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO TIPO "NEW JERSEY"**

Le barriere, rette o curve, centrali o laterali, verranno misurate sulla effettiva lunghezza.

I pezzi terminali o di chiusura, da impiegare nei varchi stradali, saranno valutati e pagati con la stessa voce di Elenco Prezzi.

Nella voce di Elenco Prezzi è compreso l'eventuale taglio di sovrastruttura stradale, la preparazione del piano di posa e quanto altro occorre per l'esecuzione della barriera a regola d'arte secondo l'andamento plano-altimetrico della strada.

Dalle voci di Elenco Prezzi saranno escluse le opere necessarie per lo smaltimento delle acque superficiali e le armature in acciaio che saranno compensate a parte.

ART. 42**BARRIERE ANTIFONICHE**

Saranno valutate, qualunque sia la forma presentata, a metro quadrato di superficie di effettivo sviluppo del pannello e compensate con il relativo prezzo di elenco.

Detto prezzo comprende ogni onere e magistero necessario per dare la barriera in opera secondo le dimensioni ed i materiali indicati negli specifici elaborati grafici e nel rispetto di quanto previsto nella sezione 22 delle presenti Norme Tecniche.

ART. 43

SEGNALETICA ORIZZONTALE, VERTICALE E COMPLEMENTARE

Le quantità dei lavori e delle forniture saranno determinate con metodi geometrici, a numero od a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

I lavori saranno liquidati in base alle misure di controllo, rilevate dagli incaricati.

Nel caso che dalle misure di controllo risultassero dimensioni minori di quelle prescritte dalla D.L. sarà in facoltà insindacabile della D.L. ordinare la rimozione della segnaletica e la loro sostituzione a cura e spese del Cottimista.

Le misure saranno eseguite in contraddittorio, mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori, e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione dei Lavori e dall'Impresa.

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione della visita per la redazione del certificato di regolare esecuzione.

a) Segnaletica verticale

La valutazione della segnaletica verticale sarà effettuata a numero o superficie secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco.

Qualora le targhe di indicazione o di preavviso vengano realizzate mediante composizione di vari pannelli, la valutazione sarà effettuata applicando il relativo prezzo ai singoli pannelli.

Le dimensioni dei cartelli devono essere in ogni caso conformi a quanto prescritto dai regolamenti vigenti.

Nel caso di fornitura non regolamentare, questa non sarà accreditata ed il Cottimista è obbligato a sostituirla con altra regolamentare.

La valutazione dei sostegni sarà effettuata a numero, a metro lineare od a peso secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco.

b) Segnaletica orizzontale

La valutazione delle strisce longitudinali sarà effettuata a metro lineare in base allo sviluppo effettivo secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco.

La valutazione delle zebre, linee di arresto e simili sarà effettuata a mq. in base allo sviluppo effettivo della superficie verniciata e secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco.

La valutazione delle scritte a terra sarà effettuata a mq. in base alla superficie, vuoto per pieno, del parallelogramma che circonda ciascuna lettera.

c) Scavi in genere

Gli scavi di sbancamento e di fondazione necessari per la formazione delle fondazioni dei sostegni dei segnali verticali sono compresi nel prezzo dei calcestruzzi, salvo che non sia diversamente indicato nei prezzi stessi.

L'esecuzione degli scavi in genere, con le modalità prescritte nel relativo articolo, comprendente tra gli oneri particolari:

- il taglio delle piante ove necessario, l'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc., ed il trasporto dei materiali di risulta a deposito o rifiuto secondo le indicazioni della D.L.;

- il carico, trasporto e scarico dei materiali di scavo a rifiuto, a reimpiego od a deposito a qualsiasi distanza; il perfetto ripristino delle scarpate, dei fossi e delle banchine.

Qualora per la qualità del terreno, o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbadacchiare e armare le pareti degli scavi, l'Impresa dovrà provvedere senza alcun compenso speciale.

d) Conglomerati cementizi

I conglomerati cementizi, che non siano già compresi nella posa in opera dei segnali sia in fondazione che in elevazione, semplici o armati, verranno misurati a volume con metodo geometrico in base a misure sul vivo.

Non verranno dedotti il volume dei ferri di armatura e dei sostegni dei segnali ed i vani di volume minore o eguale a mc.0,20 ciascuno, intendendosi in tal modo compensato il maggior magistero richiesto per la formazione di

eventuali fori o feritoie regolarmente disposti, da realizzare nel numero e delle posizioni che verranno richieste dalla Direzione dei Lavori.

Saranno valutati e pagati con i relativi prezzi di elenco i vari tipi di conglomerato cementizio armato esclusivamente in base al valore della resistenza caratteristica, prescritta secondo il progetto od ordinata per iscritto dalla Direzione dei Lavori.

Nel caso che dalle prove di rottura, risultasse per un conglomerato cementizio, un valore della resistenza caratteristica inferiore a quello richiesto, dopo l'accertamento che tale valore soddisfa ancora alle condizioni statiche dell'opera, si provvederà all'applicazione del prezzo di elenco corrispondente al valore della resistenza caratteristica riscontrato. Nel caso invece, che dalle prove di rottura risulti una resistenza caratteristica superiore a quella prescritta secondo progetto od ordinata per iscritto dalla Direzione Lavori, non si darà luogo ad alcuna maggiorazione del prezzo unitario stabilito in elenco.

Nei relativi prezzi di elenco sono compresi in particolare:

- la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali necessari (inerti, leganti, acqua, ecc.), la mano d'opera, la cassaforme, le armature di sostegno dei casseri, le attrezzature e macchinari per la confezione, la posa in opera, la vibrazione dei calcestruzzi e quanto altro occorra per dare il lavoro finito a completa regola d'arte.

e) Casseforme

Le casseforme, salvo diversa indicazione negli articoli di elenco, sono comprese nel prezzo dei conglomerati cementizi sia ordinari che armati.

f) Acciaio per strutture in c.a.

Il peso dell'acciaio tondo per l'armatura del calcestruzzo sia esso del tipo Fe B 22 k, Fe B 32 k o speciale ad alto limite elastico, verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Il peso del ferro in ogni caso verrà determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra (seguendo le sagomature e uncinature) e moltiplicando per il peso unitario determinato in base alle dimensioni nominali ed al peso specifico 7,85 Kg/dm cubo indicato nel D.M. 14.2.1992.

Il peso dell'acciaio speciale ad alto limite elastico, di sezione anche non circolare sarà determinato moltiplicando lo sviluppo lineare dell'elemento per il peso unitario del tondino di sezione corrispondente determinato in base al peso specifico di 7,85 Kg/dm cubo indicato nel D.M. 14 febbraio 1992.

Il tondino sarà fornito e dato in opera nelle casseforme, dopo aver subito tutte le piegature, sagomature e legature ordinate dalla Direzione dei Lavori, curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi.

g) Profilati e manufatti in acciaio

I manufatti in acciaio, in profilati comuni o speciali, od in getti di fusione, saranno pagati secondo i prezzi di Elenco.

Tali prezzi si intendono comprensivi della fornitura dei materiali, lavorazione secondo i disegni, posa e fissaggio in opera, verniciatura o zincatura a caldo ed ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

Qualora i prezzi di elenco di detti manufatti prevedano la valutazione a peso verrà determinato prima della posa in opera mediante pesatura da verbalizzare in contraddittorio.