



Regione  
Lombardia



Provincia  
Mantova



Comune  
Curtatone

# PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO "EDERA"

PROTOCOLLO DI INTESA PROVINCIA DI MANTOVA - COMUNI DI CURTATONE E VIRGILIO



Opere di completamento di porzione funzionale del primo stralcio dei lavori inerenti le opere di urbanizzazione del P.I.I. "EDERA" in Levata (MN). **Intervento n. 13** previsto dal Protocollo di Intesa del sistema infrastrutturale intercomunale Curtatone - Virgilio: "Nuova rotatoria di connessione tra il sistema viabilistico urbano ed il sistema viabilistico di scorrimento, con potenziamento della ciclopeditonale di connessione con il centro storico"

**"Prolungamento delle opere di urbanizzazione dell'asse stradale di penetrazione al comparto, parallelo a Via Dugoni, a ridosso del centro abitato esistente"**

## PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO



CITTÀ DI  
CURTATONE

Area Lavori pubblici, gestione e manutenzione patrimonio immobiliare, ambiente e servizi territoriali  
Piazza Corte Spagnola, 3 - 46010 Curtatone (MN)  
P.IVA 00427640206  
PEC: comune.curtatone@legalmail.it

ING. GIOVANNI TROMBANI

ELABORATO: CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - NORME TECNICHE		N. TAVOLA:  <b>5b.2</b>
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:		SCALA: -
C.U.P. <b>H69J17000170004</b>	C.I.G.	DATA: Marzo 2019
		REVISIONE: Emissione



COMUNE DI CURTATONE

(Provincia di Mantova)

---

**APPALTO INTEGRATO PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA  
E L'ESECUZIONE DEI LAVORI DELLE  
OPERE DI URBANIZZAZIONE  
DEL PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO "EDERA"  
IN FRAZIONE DI LEVATA  
(Comune di Curtatone – Mantova)**

**Intervento n. 13 previsto dal Protocollo di Intesa del sistema  
infrastrutturale intercomunale Curtatone – Virgilio: "Nuova rotatoria di  
connessione tra il sistema viabilistico urbano ed il sistema viabilistico di  
scorrimento, con potenziamento della ciclopedonale di connessione con il  
centro storico"**

**Prolungamento delle opere di urbanizzazione dell'asse stradale di  
penetrazione al comparto, parallelo a Via Dugoni, a ridosso del centro  
abitato esistente**

**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**

**PARTE TECNICA**

## **Capo Primo**

**QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI  
MODO DI ESECUZIONE  
DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO  
A MISURA E A CORPO  
ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI**

## **ART. 1**

### **QUALITA' 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 di cui al D.M. 145/2000.

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

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

Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, a suo insindacabile giudizio 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.

#### **a) 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. 9 gennaio 1996 (S.O. alla G.U. n. 29 del 5 febbraio 1996) in applicazione dell'Art.21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

#### **b) Leganti idraulici**

Dovranno corrispondere, come richiamato dal D.M. 9 gennaio 1996, alla legge 26 maggio 1965 n. 595 (G.U. n. 143 del 10.06.1965).

I leganti idraulici si distinguono in:

1) *Cementi* (di cui all'art.1 lettera A)-B)-C) della legge 595/1965).

Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- \* D.M. 3.6.1968 che approva le "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n.180 del 17.7.1968).
- \* D.M. 20.11.1984 "Modificazione al D.M. 3.6.1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n.353 del 27.12.1984).
- \* Avviso di rettifica al D.M. 20.11.1984 (G.U. n.26 del 31.1.1985).
- \* D.I. 9.3.1988 n.126 "Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi".

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

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

#### **c) 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.

#### **d) Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per strutture in muratura ed in conglomerati cementizi**

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 09/01/1996 norme tecniche 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.

#### **e) Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi da impiegare per pavimentazioni**

Gli inerti 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.

In particolare:

- **pietrisco:** dovrà provenire dalle spezzature di rocce dure di natura calcarea, dovrà essere scevro da materie terrose e sabbia. Qualora il pietrisco derivi dalla frantumazione di ghiaia di fiume o di cava, gli elementi lapidei e facce rotondeggianti dovranno essere in quantità non superiore al 25%; quelli a forma lamellare dovranno essere rotti od eliminati. Le pezzature dovranno essere quelle prescritte caso per caso dalla Direzione Lavori.

- **Graniglie e pietrischetti:** la graniglia ed il pietrischetto da impiegare nei lavori di bitumatura dovranno provenire dalle migliori cave, essere ad elementi poliedrici accuratamente vagliati e lavati e dovranno comunque essere di gradimento alla Direzione Lavori, anche per quanto riguarda la pezzatura. L'Appaltatore ha l'obbligo di precisare le cave prescelte che la Direzione Lavori avrà il diritto di visitare per verificare la qualità del materiale, vigilare la regolarità della frantumazione e della vagliatura e seguire il progresso degli approvvigionamenti. Qualora i materiali non fossero della qualità, grossezza e purezza prescritte, la Direzione Lavori sarà in diritto di rifiutarli, facendone sospendere la condotta ed il fornitore sarà obbligato alle operazioni di scarico, rivagliatura, rifornimento nel termine che gli sarà comunicato con raccomandata.

- **Misti naturali di cava per conglomerati bituminosi:** dovranno essere costituiti da una miscela di ghiaia e sabbia in assortimento granulometrico continuo, da ottenersi anche con l'aggiunta di materiali frantumati, tale da soddisfare le caratteristiche richieste per ogni tipo di conglomerato. I materiali impiegati dovranno essere sani, non fessurati e assolutamente privi di sostanze organiche e plasticizzabili (lini, argille, etc.).

#### **f) 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%.

#### **Materiali da impiegarsi per la costruzione dei rilevati e della massicciata stradale.**

- **Sabbia:** dovrà essere ben pulita, scevra da materie estranee e proveniente da cava o da fiume. Quella di aggregazione dovrà essere a grana grossa e contenere una parte di legante naturale fino.

#### **- Ghiaia mista naturale per strati di sottofondazione:**

dovrà essere costituita da un miscuglio di ghiaia e sabbia, con prevalenza di ghiaia in assortimento granulometrico continuo avente pezzatura massima di cm. 15. Dovrà contenere una proporzionata parte di legante naturale (aggregato finissimo) ed essere scevra da materie estranee e da terra. Dovrà in ogni caso non essere suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile e non plasticizzabile). Potrà essere impiegata solo dopo l'accettazione della Direzione Lavori. La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare prove di laboratorio per controllare le caratteristiche di portanza, la granulometria e i relativi limiti di Atterberg.

- **Misto granulare per fondazioni stabilizzate meccanicamente:** sarà costituito da ghiaia, sabbia e materiale fino e potrà provenire da cave scelte dall'Impresa, purchè le caratteristiche granulometriche corrispondano a quelle sottospesificate:

- passante al crivello	71	UNI	100%
- " " "	30	UNI	70 - 100%
- " " "	10	UNI	30 - 70%
- " " "	5	UNI	23 - 55%
- " " setaccio	2	UNI	15 - 40%
- " " "	0,4	UNI	8 - 25%
- " " "	0,075	UNI	2 - 8%

Rapporto tra il passante al setaccio 0,075 UNI ed il passante al setaccio 0,4 UNI < 2/3. Sarà in facoltà della Direzione Lavori accettare materiali aventi in ridotta percentuale elementi trattenuti al crivello 71 UNI. In tale caso l'Impresa dovrà assoggettarsi all'onere di utilizzare gli elementi grossi per la formazione di drenaggi trasversali o in quei tratti nei quali, in considerazione di elevati spessori dello strato di fondazione, la Direzione Lavori lo consenta.

### **Limiti Di Atterberg**

(Per la ghiaia mista naturale ed il misto granulare stabilizzato). La frazione passante al setaccio 0,4 UNI dovrà avere limite liquido non superiore a 40 ed indice plastico non superiore a 10.

#### **f1) terreni per sovrastrutture in materiali stabilizzati**

-Essi debbono identificarsi mediante la loro granulometria e i limiti di Atterberg, che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale il comportamento della frazione fina del terreno (passante al setaccio 0,42 mm n 40 ASTM) passa da una fase plastica ad una fase liquida (limite di fluidità L.L.) nonchè dall'indice di plasticità (differenza fra il limite di fluidità L.L. e il limite di plasticità L.P.).

Tale indice, da stabilirsi in genere per raffronto con casi similari di strade già costruite con analoghi terreni, ha notevole importanza.

Salvo più specifiche prescrizioni della Direzione dei Lavori si potrà fare riferimento alle seguenti caratteristiche (Highway Research Board):

1) strati inferiori (fondazione); tipo miscela sabbia-argilla: dovrà interamente passare al setaccio 25 mm ed essere almeno passante per il 65% al setaccio n 10 ASTM; il detto passante al n. 10, dovrà essere passante dal 55 al 90% al n 20 ASTM e dal 35 a 70% passante al n. 40 ASTM dal 10 al 25% passante al n 200 ASTM;

2) strati inferiori (fondazione); tipo di miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla, dovrà essere interamente passante al setaccio da 71 mm ed essere passante per il 50% al setaccio da 71 mm ed essere almeno passante per il 50% al setaccio da 10 mm dal 25 al 50% al setaccio n. 4, dal 20 al 40% al setaccio n. 10, dal 10 al 25% al setaccio n. 40, dal 3 al 10% al setaccio n 200;

3) negli strati di fondazione, di cui ai precedenti paragrafi 1) e 2), l'indice di plasticità non deve essere superiore al 6, il limite di fluidità non deve superare 25 e la frazione passante al setaccio n 200 ASTM deve essere preferibilmente la metà di quella passante al setaccio n 40 e in ogni caso non deve superare i due terzi in essa;

4) strato superiore della sovrastruttura tipo miscela sabbia-argilla; valgono le stesse condizioni granulometriche di cui al paragrafo 1);

5) strato superiore della sovrastruttura; tipo della miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla; deve essere interamente passante dal setaccio da 25 mm ed almeno il 65% al setaccio da 10 mm, dal 55 all'85% al setaccio n 4, dal 40 al 70% al setaccio n 10, dal 25 al 45% al setaccio n 40, dal 10 al 25% al setaccio n 200;

6) negli strati superiori 4) e 5) l'indice di plasticità non deve essere superiore a 9 nè inferiore a 4, il limite di fluidità non deve superare 35; la frazione di passante al setaccio n.200 deve essere inferiore ai 2/3 della frazione passante al n.40.

Inoltre è opportuno controllare le caratteristiche meccaniche delle miscele con la prova CBR (Californian Bearing Ratio) che esprime la portanza della miscela sotto un pistone cilindrico di due pollici di diametro, con approfondimento di 2,5 ovvero 5 mm in rapporto alla corrispondente portanza di una miscela tipo. In linea di massima il CBR del materiale, costipato alla densità massima e saturato con acqua dopo 4 giorni di immersione e sottoposto ad un sovraccarico di 9 Kg dovrà risultare per gli strati inferiori non inferiore a 30 e per i materiali degli strati superiori non inferiore a 70. Durante l'immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti superiori allo 0,5%.

**f2) detrito di cava o tout venant di cava o di frantoio** - Quando per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia disposto l'impiego di detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile ma plasticizzabile) ed avere un potere portante CBR (rapporto portante californiano) di almeno 40 allo stato saturo. Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni specifiche per i materiali teneri (tufi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindratura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale dei vuoti: di norma la dimensione massima degli aggregati non deve superare i 10 cm.

Per gli strati superiori si farà uso di materiali lapidei più duri tali da assicurare un CBR saturo di almeno 80; la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti: il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30; la dimensione massima degli aggregati no dovrà superare i 6 cm.

### **g) 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".

### **h) 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".

### **j1) Tubi in calcestruzzo centrifugato:**

Dovranno essere ben stagionati, compatti, lisci, di spessore e diametro uniformi e scevri affatto di screpolature

### **j2) Tubi autoportanti in calcestruzzo armato**

Dovranno essere ben stagionati, compatti, lisci, con piano di posa, realizzati con calcestruzzo con resistenza caratteristica  $R_{ck}$  400 Kg/cm<sup>2</sup>, vibrocompressato, con giunti a bicchiere e con anello di tenuta in neoprene.

### **k) Tubi in P.V.C.**

I tubi in p.v.c. da utilizzarsi per la realizzazione di condotte di fognatura interrate saranno conformi alla norma UNI EN 1401-1 tipi SN2, SN4, SN8 con giunto a bicchiere e anello toroidale di tenuta in materiale elastometrico.

### **i) 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.

### **l) 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.

### **m) 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 con 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.

1) La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato, le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.

#### ***Marmo (termine commerciale).***

Roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino).

Nota: A questa categoria appartengono:

- i marmi propriamente detti (calcari metamorfici ricristallizzati), i calcefiri ed i cipollini;
- i calcari, le dolomie e le breccie calcaree lucidabili;
- gli alabastrini calcarei;
- le serpentiniti;
- oficalciti;

#### ***Granito (termine commerciale).***

Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, feldspati, felspatoidi).

Nota: A questa categoria appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanerocristalline, costituite da quarzo, feldspati sodico-potassici e miche);
- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, ecc.);
- le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
- alcune rocce metamorfiche di analoga composizione come gneiss e serizzi.

### **Travertino.**

Roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decorazione e da costruzione; alcune varietà sono lucidabili.

### **Pietra (termine commerciale).**

Roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.

Nota: A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariata, non inseribili in alcuna classificazione. Esse sono riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte;
- rocce dure e/o compatte.

Esempi di pietre del primo gruppo sono: varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo, ecc.), varie rocce piroclastiche, (peperini, tufi, ecc.); al secondo gruppo appartengono le pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc.), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi, ecc.).

Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle forme, dimensioni, tecniche di lavorazione ed alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma UNI 8458.

2) I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

- a) appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc. che riducano la resistenza o la funzione;
- b) avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;
- c) delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):
  - massa volumica reale ed apparente, misurata secondo la norma UNI 9724-2;
  - coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma UNI 9724 - parte 2a;
  - resistenza a compressione, misurata secondo la norma UNI 9724-3;
  - resistenza a flessione, misurata secondo la norma UNI 9724-5;
  - resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939 n. 2234;
- d) per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni di progetto. I valori dichiarati saranno accettati dalla Direzione dei lavori anche in base ai criteri generali dell'art.6.

### **n) 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. Il porfido dovrà presentare una resistenza alla compressione non inferiore a Kg. 1600 per cmq ed una resistenza all'attrito radente (Dorry) non inferiore a quella del granito di S. Fedelino, preso come termine di paragone.

### **o) Tufi**

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

### **p) 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; 8942/1 - 2 - 3; 9124/1 - 2 - 3; 9730/ 1 - 2 - 3 e D.M.20/11/1987.

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.



#### **q) 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.

Dovranno soddisfare alle norme di cui alla Legge 5.11.1971 n° 1086 ed al D.M. 14.02.1992 ed integrazioni.

#### **r) 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. 9 gennaio 1996 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086;
- 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.09/01/1996 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971 n.1086.
- 4) Ghisa - La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scarpello; di frattura grigia, finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata.

E' assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

#### **s) 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 diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.

Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e 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 nè smussi di sorta.

I legnami in genere dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 30 ottobre 1912. (G.U. del 4 - 12 - 1912)

#### **t) 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. Pubblicate sul bollettino del CNR.

#### **u) 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.

#### **U1) Bitumi modificati per conglomerati di usura**

Il legante bituminoso modificato idoneo per il confezionamento di conglomerati di usura chiusi e antisdrucchiolo dovrà esserlo con polimeri termoplastici SBS- radiali.

Il legante modificato dovrà essere prodotto in appositi impianti capaci di disperdere perfettamente i polimeri nel bitume dovrà presentare caratteristiche di costanza qualitativa, garantita e verificata da laboratori attrezzati.

#### **v) Polveri di roccia asphaltica**

Le polveri di roccia asphaltica 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.

#### **w) 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) oli del 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) oli del tipo A (invernale) per polveri siciliane: viscosità Engler 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) oli del tipo B (estivo) per polveri abruzzesi: viscosità Engler 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) oli del 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 derivati da catrame e da grezzi di petrolio, o da opportune miscele di catrame e petrolio, purchè di caratteristiche analoghe a quelle sopra riportate.

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

#### **x) 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, purchè 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 seme 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 un 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 anche delle specie e degli ibridi spontanei nella 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.

#### **y) Teli di "geotessile"**

Il telo "geotessile" avrà le seguenti caratteristiche:

- composizione: sarà costituito da polipropilene o poliestere senza l'impiego di collanti e potrà essere realizzato con le seguenti caratteristiche costruttive:

- 1) con fibre a filo continuo;
- 2) con fibre di adeguata lunghezza intrecciate mediante agugliatura meccanica.

Il telo "geotessile" dovrà altresì avere le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

- coefficiente di permeabilità: per filtrazioni trasversali, compreso fra  $10^{-3}$  e  $10^{-1}$  cm/sec. (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in sito);

- resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm di larghezza non inferiore a  $600 \text{ N}/5\text{cm}$ ,<sup>1</sup> con allungamento a rottura compreso fra il 10 e l'85%. Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzioni di supporto per i sovrastanti strati di pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a  $1200 \text{ N}/5\text{cm}$  o a  $1500 \text{ N}/5\text{cm}$ , fermi restando gli altri requisiti.

Per la determinazione del peso e dello spessore del "geotessile" occorre effettuare le prove di laboratorio secondo le Norme C.N.R. pubblicate sul B.U. n.110 del 23.12.1985 e sul B.U. n.111 del 24.12.1985.

#### **z.a) Prodotti per pavimentazioni**

<sup>1</sup>Prova condotta su strisce di larghezza 5 cm e lunghezza nominale di 20 cm con velocità di deformazione costante e pari a 2 mm/sec; dal campione saranno prelevati 3 gruppi di 5 strisce cadauno secondo le tre direzioni: longitudinale, trasversale e diagonale; per ciascun gruppo si scareranno i valori minimo e massimo misurati e la media sui restanti 3 valori dovrà risultare maggiore del valore richiesto.

**1** - Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

Per la realizzazione del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo sulla esecuzione delle pavimentazioni.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

**2** - I prodotti di legno per pavimentazione: tavolette, listoni, mosaico di lamelle, blocchetti, ecc. si intendono denominati nelle loro parti costituenti come indicato nella letteratura tecnica.

I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

a) essere della essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto;

b) sono ammessi i seguenti difetti visibili sulle facce in vista:

b1) qualità I:

- piccoli nodi sani con diametro minore di 2 mm se del colore della specie (minore di 1 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 10 % degli elementi del lotto;

- imperfezioni di lavorazione con profondità minore di 1 mm e purché presenti su meno del 10 % degli elementi;

b2) qualità II:

- piccoli nodi sani con diametro minore di 5 mm se del colore della specie (minore di 2 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 20 % degli elementi del lotto;

- imperfezioni di lavorazione come per la classe I;

- piccole fenditure;

- alburno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.

b3) qualità III:

- esenti da difetti che possano compromettere l'impiego (in caso di dubbio valgono le prove di resistenza meccanica);

- alburno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.

c) avere contenuto di umidità tra il 10 e il 15 %;

d) tolleranze sulle dimensioni e finitura:

d1) listoni: 1 mm sullo spessore; 2 mm sulla larghezza; 5 mm sulla lunghezza;

d2) tavolette: 0,5 mm sullo spessore; 1,5 % sulla larghezza e lunghezza;

d3) mosaico, quadrotti, ecc.: 0,5 mm sullo spessore; 1,5 % sulla larghezza e lunghezza;

d4) le facce a vista ed i fianchi da accertare saranno lisci;

e) la resistenza meccanica a flessione, la resistenza all'impronta ed altre caratteristiche saranno nei limiti solitamente riscontrati sulla specie legnosa e saranno comunque dichiarati nell'attestato che accompagna la fornitura; per i metodi di misura valgono le prescrizioni delle norme vigenti;

f) i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggono da azioni meccaniche, umidità nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Nell'imballo un foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore e contenuto, almeno le caratteristiche di cui ai commi da a) ad e).

**3** - Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cotto forte, gres, ecc.) devono essere associate alla classificazione basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo le norme UNI EN 87, UNI EN 98 e UNI EN 99.

a) A seconda della classe di appartenenza (secondo UNI EN 87) le piastrelle di ceramica estruse o pressate di prima scelta devono rispondere alle norme seguenti:

Formatura	Assorbimento d'acqua			
	Gruppo I	Gruppo IIA	Gruppo IIB	Gruppo III
	$E \leq 3\%$	$3\% < E \leq 6\%$	$6\% < E \leq 10\%$	$E > 10\%$
Estruse (A)	UNI EN 121	UNI EN 186	UNI EN 187	UNI EN 188
Pressate (A)	UNI EN 176	UNI EN 177	UNI EN 178	UNI EN 159

I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che rispondono parzialmente alle norme predette, saranno accettate in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto, ed, in mancanza, in base ad accordi tra Direzione dei lavori e fornitore.

b) Per i prodotti definiti "pianelle comuni di argilla", "pianelle pressate ed arrotate di argilla" e "mattonelle greificate" dal R.D. 16 novembre 1939 n. 2234, devono inoltre essere rispettate le prescrizioni seguenti: resistenza all'urto 2 Nm (0,20 kgm) minimo; resistenza alla flessione 2,5 N/mm<sup>2</sup> (25 kg/cm<sup>2</sup>) minimo; coefficiente di usura al tribometro 15 mm massimo per 1 km di percorso.

c) Per le piastrelle colate (ivi comprese tutte le produzioni artigianali) le caratteristiche rilevanti da misurare ai fini di una qualificazione del materiale sono le stesse indicate per le piastrelle pressate a secco ed estruse (vedi norma UNI EN 87), per cui:

- per quanto attiene ai metodi di prova si rimanda alla normativa UNI EN vigente e già citata;
- per quanto attiene i limiti di accettazione, tenendo in dovuto conto il parametro relativo all'assorbimento d'acqua, i valori di accettazione per le piastrelle ottenute mediante colatura saranno concordati fra produttore ed acquirente, sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarati dai produttori ed accettate dalla Direzione dei lavori.

d) I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporcatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

**4** - I prodotti di gomma per pavimentazioni sotto forma di piastrelle e rotoli devono rispondere alle prescrizioni date dal progetto e in mancanza e/o a complemento, devono rispondere alle prescrizioni seguenti:

- Essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista.
- Avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura; in caso di contestazione deve risultare entro il contrasto dell'elemento n. 4 della scala dei grigi di cui alla norma UNI 8272-2.

Per piastrelle di forniture diverse ed in caso di contestazione vale il contrasto dell'elenco n. 3 della scala dei grigi.

c) Sulle dimensioni nominali ed ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:

- piastrelle: lunghezza e larghezza + 0,3 %, spessore + 0,2 mm;
- rotoli: lunghezza + 1%, larghezza + 0,3 %, spessore + 0,2 mm;
- piastrelle: scostamento dal lato teorico (in millimetri) non maggiore del prodotto tra dimensione del lato (in millimetri) e 0,0012;
- rotoli: scostamento dal lato teorico non maggiore di 1,5 mm.

d) La durezza deve essere tra 75 e 85 punti di durezza Shore A.

e) La resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di 300 mm<sup>3</sup>.

f) La stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3 % per le piastrelle e dello 0,4 % per i rotoli.

g) La classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il D.M. 26 giugno 1984 allegato A3.1).

h) La resistenza alla bruciatura da sigaretta, inteso come alterazioni di colore prodotte dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale o minore al n. 2 della scala dei grigi di cui alla norma UNI 8272-2. Non sono inoltre ammessi affioramenti o rigonfiamenti.

i) Il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore maggiore di quello dell'elemento n. 3 della scala dei grigi di cui alla UNI 8272-2. Per i prodotti neri il contrasto di colore non deve essere maggiore dell'elemento n. 2.

l) Il controllo delle caratteristiche di cui ai commi da a) ad i) si intende effettuato secondo i criteri indicati in 13.1 utilizzando la norma UNI 8272 (varie parti).

m) I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio di accompagnamento indicherà oltre al nome del fornitore almeno le informazioni di cui ai commi da a) ad i).

**5** - I prodotti di vinile, omogenei e non ed i tipi eventualmente caricati devono rispondere alle prescrizioni di cui alla norma UNI 5573.

I metodi di accettazione sono quelli del punto 13.1.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio di accompagnamento indicherà le caratteristiche di cui alle norme precitate.

**6** - I prodotti di resina (applicati fluidi od in pasta) per rivestimenti di pavimenti realizzati saranno del tipo realizzato:

- mediante impregnazione semplice (I1);
- a saturazione (I2);
- mediante film con spessori fino a 200 mm (F1) o con spessore superiore (F2);
- con prodotti fluidi cosiddetti autolivellanti (A);
- con prodotti spatolati (S).

Le caratteristiche segnate come significative nel prospetto seguente devono rispondere alle prescrizioni del progetto.

I valori di accettazione sono quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dal Direttore dei lavori.

I metodi di accettazione sono quelli contenuti nel punto 13.1 facendo riferimento alla norma UNI 8298 (varie parti) e suo FA 212-86.

Caratteristiche	Grado di significatività rispetto ai vari tipi					
	I1	I2	F1	F2	A	S
Colore	-	-	+	+	+	-
Identificazione chimico-fisica	+	+	+	+	+	+
Spessore	-	-	+	+	+	+
Resistenza all'abrasione	+	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento dinamico (urto)	-	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento statico	+	+	+	+	+	+
Comportamento all'acqua	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla pressione idrostatica inversa	-	+	+	+	+	+
Reazione al fuoco	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla bruciatura della sigaretta	-	+	+	+	+	+
Resistenza all'invecchiamento term. in aria	-	+	+	+	+	+
Resistenza meccanica dei ripristini	-	-	+	+	+	+

+ significativa

- non significativa

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e da agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, le caratteristiche, le avvertenze per l'uso e per la sicurezza durante l'applicazione.

**7** - I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni a seconda del tipo di prodotto devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamente alle seguenti.

7.1- Mattonelle di cemento con o senza colorazione e superficie levigata; mattonelle di cemento con o senza colorazione con superficie striata o con impronta; marmette e mattonelle a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata.

I prodotti sopracitati devono rispondere al R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro ed alle prescrizioni del progetto. L'accettazione deve avvenire secondo il punto 13.1 avendo il R.D. sopracitato quale riferimento.

7.2 - Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla loro forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica; per la terminologia delle parti componenti il massello e delle geometrie di posa ottenibili si rinvia alla documentazione tecnica. Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamente devono rispondere a quanto segue:

a) essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi che superino le tolleranze dimensionali ammesse.

Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo elemento e 2 mm quale media delle misure sul campione prelevato;

b) le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza  $\pm 15\%$  per il singolo massello e  $\pm 10\%$  sulle medie;

c) la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del  $15\%$  per il singolo massello e non più del  $10\%$  per le medie;

d) il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;

e) il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza  $\pm 5\%$  per un singolo elemento e  $\pm 3\%$  per la media;

f) la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di  $50\text{ N/mm}^2$  per il singolo elemento e maggiore di  $60\text{ N/mm}^2$  per la media;

I criteri di accettazione sono quelli riportati nel punto 13.1.

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

**8** - I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni si intendono definiti come segue:

- elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiale lapideo (senza aggiunta di leganti);
- elemento lapideo ricostituito (conglomerato): elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;
- lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, solitamente con una dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;
- marmetta: elemento con le dimensioni fissate dal produttore ed indipendenti dal luogo di posa, solitamente con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;
- marmetta calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;
- marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, ecc., vedere la norma UNI 9379.

a) I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) ed a quanto pre-scritto nell'articolo "prodotti di pietre naturali o ricostruite".

In mancanza di tolleranze su disegni di progetto si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale; le lastre finite, marmette, ecc. hanno tolleranza 1 mm sulla larghezza e lunghezza e 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte);

b) le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 per quanto attiene il coefficiente di usura al tribometro in mm;

c) l'accettazione avverrà secondo il punto 13.1. Le forniture avverranno su pallets ed i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

**9** - I prodotti tessili per pavimenti (moquettes).

a) Si intendono tutti i rivestimenti nelle loro diverse soluzioni costruttive e cioè:

- rivestimenti tessili a velluto (nei loro sottocasi velluto tagliato, velluto riccio, velluto unilivello, velluto plurilivello, ecc.);
- rivestimenti tessili piatti (tessuto, nontessuto).

In caso di dubbio e contestazione si farà riferimento alla classificazione e terminologia della norma UNI 8013-1.

b) I prodotti devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza o completamento a quanto segue:

- massa areica totale e dello strato di utilizzazione;
- spessore totale e spessore della parte utile dello strato di utilizzazione;
- perdita di spessore dopo applicazione (per breve e lunga durata) di carico statico moderato;
- perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico.

In relazione all'ambiente di destinazione saranno richieste le seguenti caratteristiche di comportamento:

- tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio;
- numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;
- forza di strappo dei fiocchetti;
- comportamento al fuoco;

c) I criteri di accettazione sono quelli precisati nel punto 13.1; i valori saranno quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dal Direttore dei lavori. Le modalità di prova da seguire in caso di contestazione sono quelle indicate nella norma UNI 8014 (varie parti).

d) I prodotti saranno forniti protetti da appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, da agenti atmosferici ed altri agenti degradanti nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Il foglio informativo indicherà il nome del produttore, le caratteristiche elencate in b) e le istruzioni per la posa.

**10** - Le mattonelle di asfalto.

a) Dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto: 4 Nm (0,40) kgm minimo; resistenza alla flessione: 3 N/mm<sup>2</sup> (30 kg/cm<sup>2</sup>) minimo; coefficiente di usura al tribometro: 15 mm massimo per 1 km di percorso.

b) Dovranno inoltre rispondere alle seguenti norme sui bitumi:

- UNI EN 58; UNI 3682; UNI 4157;
- UNI 4163 (sperimentale); UNI 4382 (sperimentale) e suo FA 238-87



c) Per i criteri di accettazione si fa riferimento al punto 13.1; in caso di contestazione si fa riferimento alle norme CNR e UNI applicabili.

I prodotti saranno forniti su appositi pallets ed eventualmente protetti da azioni degradanti dovute ad agenti meccanici, chimici ed altri nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione in genere prima della posa. Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra oltre alle istruzioni per la posa.

**11** - I prodotti di metallo per pavimentazioni dovranno rispondere alle prescrizioni date nella norma UNI 4630 per le lamiere bugnate ed UNI 3151 per le lamiere striate. Le lamiere saranno inoltre esenti da difetti visibili (quali scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) e da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e dovranno avere l'eventuale rivestimento superficiale prescritto nel progetto.

## **z.b) Prodotti per coperture discontinue**

**1** - Si definiscono prodotti per le coperture quelli utilizzati per realizzare lo strato di tenuta all'acqua nei sistemi di copertura e quelli usati per altri strati complementari.

Per la realizzazione delle coperture discontinue nel loro insieme si rinvia all'articolo sull'esecuzione delle coperture discontinue.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Nel caso di contestazione si intende che le procedure di prelievo dei campioni, i metodi di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI citate di seguito.

**2** - Le tegole e coppi di laterizio per coperture ed i loro pezzi speciali si intendono denominate secondo le dizioni commerciali usuali (marsigliese, romana, ecc.).

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a completamento alle seguenti prescrizioni:

a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:

- le fessure non devono essere visibili o rilevabili a percussione;
- le protuberanze e scagliature non devono avere diametro medio (tra dimensione massima e minima) maggiore di 15 mm e non deve esserci più di una protuberanza; è ammessa una protuberanza di diametro medio tra 7 e 15 mm. ogni 2 dm<sup>2</sup> di superficie proiettata;
- sbavature tollerate purché permettano un corretto assemblaggio.

b) sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le tolleranze seguenti: lunghezza  $\pm 3\%$ ; larghezza  $\pm 3\%$  per tegole e  $\pm 8\%$  per coppi;

c) sulla massa convenzionale è ammessa tolleranza del 15 %;

d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua dall'intradosso.

e) resistenza a flessione: forza F singola maggiore di 1000 N.;

f) carico di rottura: valore singolo della forza F maggiore di 1000 N e valore medio maggiore di 1500 N;

g) i criteri di accettazione sono quelli del punto 14.1. In caso di contestazione si farà riferimento alle norme UNI 8626 ed UNI 8635 (varie parti).

I prodotti devono essere forniti su appositi pallets, legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nella fase di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Gli imballi, solitamente di materiale termoretraibile, devono contenere un foglio informativo riportante almeno il nome del fornitore e le indicazioni dei commi da a) ad f) ed eventuali istruzioni complementari.

**3** - Le tegole di calcestruzzo per coperture ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo le dizioni commerciali usuali (portoghese, olandese, ecc).

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle seguenti prescrizioni.

a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:

- le fessure non sono ammesse;
- le incavature non devono avere profondità maggiore di 4 mm (escluse le tegole con superficie granulata);

- le protuberanze sono ammesse in forma lieve per tegole colorate nell'impasto;
  - le scagliature sono ammesse in forma leggera;
  - le sbavature e le deviazioni sono ammesse purché non impediscano il corretto assemblaggio del prodotto.
- b) Sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le seguenti tolleranze: lunghezza  $\pm 1,5\%$ ; larghezza  $\pm 1\%$ ; altre dimensioni dichiarate  $\pm 1,6\%$ ; ortometria scostamento orizzontale non maggiore del  $1,6\%$  del lato maggiore;
- c) sulla massa convenzionale è ammessa la tolleranza del  $\pm 10\%$ ;
- d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua dall'intradosso, dopo 24 h.;
- e) dopo i cicli di gelività la resistenza a flessione F deve essere maggiore od uguale a 1800 N su campioni maturati 28 giorni;
- f) la resistenza a rottura F del singolo elemento deve essere maggiore od uguale a 1000 N; la media deve essere maggiore od uguale a 1500 N.;
- g) i criteri di accettazione sono quelli del punto 14.1. In caso di contestazione si farà riferimento alle norme UNI 8626 e UNI 8635 (varie parti).

I prodotti devono essere forniti su appositi pallets legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

#### **4 - Le lastre di fibrocemento.**

1) Le lastre possono essere dei tipi seguenti:

- lastre piane a base di fibrocemento e silico calcare; fibrocemento; cellulosa; fibrocemento/silico calcare rinforzati;
- lastre ondulate a base di fibrocemento aventi sezione trasversale formata da ondulazioni approssimativamente sinusoidali (possono essere con sezione traslata lungo un piano o lungo un arco di cerchio);
- lastre nervate a base di fibrocemento, aventi sezione trasversale grecata o caratterizzata da tratti piani e tratti sagomati.

I criteri di controllo sono quelli indicati in 14.2.

2) Le lastre piane devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed in mancanza od integrazione alle seguenti:

- a) larghezza 1200 mm, lunghezza scelta tra 1200, 2500 o 5000 mm con tolleranza  $\pm 0,4\%$  e massimo 5 mm;
  - b) spessori .... mm (scelto tra le sezioni normate) con tolleranza  $\pm 0,5$  mm fino a 5 mm e  $\pm 10\%$  fino a 25 mm;
  - c) rettilineità dei bordi scostamento massimo 2 mm per metro, ortogonalità 3 mm per metro;
  - d) caratteristiche meccaniche (resistenza a flessione);  
 tipo 1: 13 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione lungo le fibre e 15 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;  
 tipo 2: 20 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione lungo le fibre e 16 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;
  - e) massa volumica apparente;  
 tipo 1 :1,3 g/cm<sup>3</sup> minimo;  
 tipo 2 :1,7 g/cm<sup>3</sup> minimo;
  - f) tenuta d'acqua con formazione di macchie di umidità sulle facce inferiori dopo 24 h sotto battente d'acqua ma senza formazione di gocce d'acqua;
  - g) resistenza alle temperature di 120 °C per 2 h con decadimento della resistenza a flessione non maggiore del 10 %.
- Le lastre rispondenti alla norma UNI EN 492 sono considerate rispondenti alle prescrizioni predette, ed alla stessa norma si fa riferimento per le modalità di prova.

3) Le lastre ondulate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed in mancanza o ad integrazione alle seguenti:

- a) facce destinate all'esposizione alle intemperie, lisce, bordi diritti e taglio netto e ben squadrato ed entro i limiti di tolleranza;
- b) caratteristiche dimensionali e tolleranze di forma secondo quanto dichiarato dal fabbricante ed accettato dalla Direzione dei lavori (in mancanza vale la norma UNI 10636);
- c) tenuta all'acqua, come indicato nel comma 2);
- d) resistenza a flessione, secondo i valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori (in mancanza vale la norma UNI 10636);
- e) resistenza al gelo, dopo 25 cicli in acqua a temperatura di + 20 °C seguito da permanenza in frigo a -20 °C, non devono presentare fessurazioni, cavillature o degradazione;
- f) la massa volumica non deve essere minore di 1,4 kg/dm<sup>3</sup>.

Le lastre rispondenti alla norma UNI 10636 sono considerate rispondenti alle prescrizioni predette, ed alla stessa norma si fa riferimento per le modalità di prova.

Gli accessori devono rispondere alle prescrizioni sopradette per quanto attiene l'aspetto, le caratteristiche dimensionali e di forma, la tenuta all'acqua e la resistenza al gelo.

4) Le lastre nervate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed in mancanza o ad integrazione a quelle indicate nel punto 3.

La rispondenza alla norma UNI EN 494 è considerata rispondenza alle prescrizioni predette, ed alla stessa si fa riferimento per le modalità di prova.

**5** - Le lastre di materia plastica rinforzata o non rinforzata si intendono definite e classificate secondo le norme UNI vigenti.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle seguenti prescrizioni:

- a) le lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro devono essere conformi alla norma UNI 6774;
- b) le lastre di polistirene devono essere conformi alla norma UNI 7073;
- c) le lastre di polimetilmetacrilato devono essere conformi alle norme UNI EN ISO 12017 e UNI EN ISO 7823-1;
- d) i criteri di accettazione sono quelli del punto 14.1.

**6** - Le lastre di metallo ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo la usuale terminologia commerciale. Essi dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza ad a completamento alle seguenti caratteristiche:

a) i prodotti completamente supportati: tolleranze di dimensioni e di spessore ....; resistenza al punzonamento ...., resistenza al piegamento a 360°; resistenza alla corrosione; resistenza a trazione.....;

Le caratteristiche predette saranno quelle riferite al prodotto in lamina prima della lavorazione. Gli effetti estetici e difetti saranno valutati in relazione alla collocazione dell'edificio;

b) i prodotti autoportanti (compresi i pannelli, le lastre grecate, ecc.) oltre a rispondere alle prescrizioni predette dovranno soddisfare la resistenza a flessione secondo i carichi di progetto e la distanza tra gli appoggi.

I criteri di accettazione sono quelli del punto 14.1. In caso di contestazione si fa riferimento alle norme UNI vigenti.

La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

**7** - I prodotti di pietra dovranno rispondere alle caratteristiche di resistenza a flessione, resistenza all'urto, resistenza al gelo e disgelo, comportamento agli aggressivi inquinanti. I limiti saranno quelli prescritti dal progetto o quelli dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

I criteri di accettazione sono quelli indicati in 14.1. La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la corrispondenza alle caratteristiche richieste.

### **z.c) Prodotti per coperture piane e impermeabilizzazioni**

**1** - Si intendono prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane quelli che si presentano sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

a) Le membrane si designano descrittivamente in base:

- 1) al materiale componente (esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);
- 2) al materiale di armatura inserito nella membrana (esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
- 3) al materiale di finitura della faccia superiore (esempio: poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);
- 4) al materiale di finitura della faccia inferiore (esempio: poliestere nontessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

b) I prodotti forniti in contenitori si designano descrittivamente come segue:

- 1) mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- 2) asfalti colati;
- 3) malte asfaltiche;
- 4) prodotti termoplastici;

- 5) soluzioni in solvente di bitume;
- 6) emulsioni acquose di bitume;
- 7) prodotti a base di polimeri organici.

c) I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura, le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alla posa in opera.

Il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

**2** - Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamento alle seguenti prescrizioni.

a) Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- invecchiamento termico in acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente a trazione ed avere adeguata impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9380-1÷2, oppure per i prodotti non normali, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

b) Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;
- invecchiamento termico in acqua.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9168-1÷2, oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

c) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione ed alla lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed alla permeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9168-1÷2, oppure per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

d) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria ed acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed avere impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

e) Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

**3** - Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri dei tipi elencati nel seguente comma a) ed utilizzate per impermeabilizzazione delle opere elencate nel seguente comma b), devono rispondere alle prescrizioni elencate nel successivo comma c).

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel punto 15.1 comma c).

a) I tipi di membrane considerate sono:

- Membrane in materiale elastomerico senza armatura;
- Membrane in materiale elastomerico dotate di armatura.
- Membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura.
- Membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura.
- Membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene).
- Membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfanato) dotate di armatura.
- Membrane polimeriche accoppiate.

b) Classi di utilizzo:

Classe A - membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio, bacini, dighe, sbarramenti, ecc.).

Classe B - membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio, canali, acquedotti, ecc.).

Classe C - membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o no (per esempio, fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc.).

Classe D - membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce.

Classe E - membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per esempio, discariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.).

Classe F - membrane adatte per il contratto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per esempio, acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.).

c) Le membrane di cui al comma a) sono valide per gli impieghi di cui al comma b) purché rispettino le caratteristiche previste nelle varie parti della norma UNI 8898- 1÷7.

**4** - I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua (ma anche altri strati funzionali della copertura piana) e secondo il materiale costituente, devono rispondere alle prescrizioni seguenti.

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel punto 15.1 comma c).

4.1 - Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa) devono rispondere ai limiti specificati, per diversi tipi, alle prescrizioni della norma UNI 4157.

4.2 - Le malte asfaltiche per impermeabilizzazione devono rispondere alla norma UNI 5660 FA 227-87.

4.3 - Gli asfalti colati per impermeabilizzazioni devono rispondere alla norma UNI 5654 FA 191-87.

4.4 - Il mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla norma UNI 4377 FA 233-87.

4.5 - Il mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla norma UNI 4378 FA 234-87.

4.6 - I prodotti fluidi od in pasta a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanic, epossi-poliuretanic, epossi-catrame, polimetencatrame, polimeri clorurati, acrilici, vinilici, polimeri isomerizzati) devono essere valutati in base alle caratteristiche seguenti ed i valori devono soddisfare i limiti riportati; quando non sono riportati limiti si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori.

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel punto 15.1 comma c) e comunque conformi alle norme UNI 9527 e suo FA 1-92 ed UNI 9528 e suo FA 1-92.

## **z.d) Prodotti diversi**

Tutti i prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UNI esistenti.

**1** - Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto od alle norme UNI 9610 e UNI 9611 e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori.

**2** - Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, terroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale essi sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

**3** - Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture.

Si distinguono in:

- Tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);

- Nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno nontessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

## **ART. 2** **PROVE DEI MATERIALI**

### **a) 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 e comunque secondo quanto prescritto dalla Circolare 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.

### **b) Accertamenti preventivi**

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

1.000m <sup>3</sup>	per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi,
500 m <sup>3</sup>	per i conglomerati cementizi,
50 t	per i cementi e le calci,
5.000m	per le barriere,

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 a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difforni 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.

### **c) 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, nonché a quello dei campioni di lavoro eseguiti da prelevarsi in opera sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori ufficiali indicati dalla Stazione appaltante.

In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali stradali saranno eseguite, a spese dell'Impresa, di norma, presso il Centro Sperimentale Stradale dell'A.N.A.S. di Cesano di Roma o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Dirigente 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.

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 TERRE**

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto o bonifica, l'impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e delle bonifiche e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette. A suo tempo dovrà pure stabilire, nei tratti che fosse per indicare la Direzione dei Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione

l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante la esecuzione dei lavori.

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

Per tutte le lavorazioni successivamente descritte e' già' ricompreso nel prezzo ogni maggior onere derivante dall'operare in spazi delimitati da recinzioni di qualsiasi tipo, da piante, opere stradali e da ogni altro manufatto presente, con l'applicazione di ogni accorgimento ed opera idonei alla salvaguardia dei manufatti medesimi e della vegetazione secondo le disposizioni della D.L. affinché non sia arrecato alcun danno; e l'onere di attivare tutte le opere temporanee per garantire l'accessibilità ai residenti e/o di lavorare per tronchi parziali, secondo le indicazioni della D.L.

#### **A) SCAVI E RIALZI IN GENERE**

Gli scavi ed i rialzi occorrenti per la formazione di cunette, accessi, passaggi e rampe, cassonetti e simili, nonché per l'impianto di opere d'arte, anche in presenza di acqua di falda, 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.

Le scarpate di tagli e rilevati saranno eseguite con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, e, comunque, a seconda delle prescrizioni che saranno comunicate alla Direzione dei Lavori mediante ordini scritti.

Per gli accertamenti relativi alla determinazione della natura delle terre, del grado di costipamento e del contenuto di umidità di esse, l'Impresa dovrà provvedere a tutte le prove necessarie ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, che verranno presso il Centro Sperimentale dell'A.N.A.S. di Cesano (Roma) o presso altri Laboratori ufficiali. Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le Norme C.N.R. - U.N.I. 10006/1963 riportate nella tabella a pagina seguente.



Prospetto 1 - Classificazione delle terre

Classificazione Generale	Torre ghiaia-abbiosa Frazione passante allo staccio 0,075 U.N.I. 2332 <= 35%				Torre limo-argillosa Frazione passante allo staccio 0,075 U.N.I. 2332 > 35%				Torre a terre organiche patenti							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8								
Gruppo	A1				A2				A3							
Sottogruppo	A1a	A1b	A2.4	A2.5	A2.6	A2.7					A7	A8				
Anelli granulometrici allo staccio	<= 50	<= 60	<= 60	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35		
Caratteristico della frazione passante allo staccio 0,4 U.N.I. 2332	<= 15	<= 25	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35		
Limite liquido	<= 15	<= 25	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35	<= 35		
Indice di plasticità	<= 10	<= 20	<= 30	<= 30	<= 30	<= 30	<= 30	<= 30	<= 30	<= 30	<= 30	<= 30	<= 30	<= 30		
Indice di gruppo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Tipi usuali del materiale caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia, sabbia, grossa, pomice, scorie vulcaniche, porziane	Ghiaia o breccia, ghiaia, sabbia, grossa, pomice, scorie vulcaniche, porziane	Sabbia fina	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa		
Qualità perenni, quale terreno di riferimento in assenza di gelo	Da eccellente a buono				Da mediocre a scadente				Da scartare come scarto							
Azione del gelo sulle qualità perenni del terreno di riferimento	Nessuna o lieve				Media				Media							
Filtro o ripascimento	Filtro				Filtro o lieve				Filtro							
Permeabilità	Elevata				Media o scarsa				Elevata							
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabili a vista				Aspri al tatto - Incoerenti allo stato asciutto				Non reagiscono alla prova di acciamento - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in unione con la mano - Non tenaci allo stato umido				Filtrosi di color bruno o nero - Facilmente individuabili a vista			

Nell'esecuzione sia degli scavi che dei rilevati l'Impresa è tenuta ad effettuare a propria cura e spese l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti, demolizione di recinzioni metalliche, pali, paletti, impianti tecnologici, baracche tettoie, segnaletica, pavimentazioni tombini, manufatti correnti in genere ed altri oggetti secondo le disposizioni della D.L., sia sui terreni da scavare che su quelli destinati all'impianto dei rilevati, nonchè in questo ultimo caso, al riempimento delle buche effettuate in dipendenza dell'estirpamento delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo messo in opera a strati di conveniente spessore e costipato.

Nei prezzi degli scavi sono compresi gli oneri tutti aggiuntivi per l'esecuzione in presenza anche di acqua di falda o corrente, compresi tutti gli eventuali oneri inerenti l'aggettamento di tali acque (Pompe, Well-point, dreni orizzontali e quant'altro). Nel presente magistero sono pure compensati la preventiva ricerca ed individuazione di servizi tecnologici sotterranei esistenti onde evitare infortuni e danni in genere, incluse le opere di rimozione e/o protezione.

Tali oneri si intendono compensati con i prezzi di elenco relativi ai movimenti di materie.

La D.L., in relazione alla natura dei terreni di posa dei rilevati, delle bonifiche o delle fondazioni stradali in trincea, potrà ordinare l'adozione di provvedimenti atti a prevenire la contaminazione dei materiali d'apporto e fra questi provvedimenti la fornitura e posa in opera di teli "geotessili" aventi le caratteristiche indicate nell'art. "Qualità e provenienza dei materiali" punto y).

## **A1) SCAVI**

Nella esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano la inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria e prescritta con ordine di servizio dalla direzione dei lavori allo scopo di impedire scoscendimenti, restando egli, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere altresì obbligato a provvedere a suo carico alle spese, alla rimozione delle materie franate in caso di inadempienza delle disposizioni all'uopo impartitegli.

L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi, possibilmente, completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato. Inoltre, dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e, comunque, mantenere efficiente, a sua cura e spese, il deflusso delle acque anche di falda o correnti, anche se occorre, con canali fugatori ed altri interventi.

Le materie provenienti dagli scavi per l'apertura della sede stradale, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto a qualsiasi distanza, fuori della sede stradale, depositandole su aree a cui l'Appaltatore deve provvedere a sua cura e spese.

Sono da comprendersi anche gli scavi di bonifica da materiali torbosi compresa ogni autorizzazione, onere, lavorazione, tassa, trasporto a qualsiasi distanza, a rifiuto su aree da procurarsi a cura e spese dell'Impresa o in discariche autorizzate, compreso ogni onere

Le località individuate dall'Impresa per tali depositi a rifiuto dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danno alla stazione appaltante, od alle proprietà pubbliche e private, nonché al libero deflusso delle acque pubbliche e private.

La Direzione dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

## **B) FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI**

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

I piani suddetti saranno stabiliti di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna o al piano di bonifica indicata dalla Direzione Lavori, anche in acqua di falda e saranno ottenuti praticando i necessari scavi di sbancamento o bonifica tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.

Quando alla suddetta quota si rinvenivano terreni appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a cm 30, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire il compattamento.

Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna appartengono ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub>, A<sub>8</sub> (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006/1963), la Direzione dei lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, la bonifica con l'approfondimento degli scavi di sbancamento anche in acqua per sostituire i materiali in loco con materiale per la formazione dei rilevati appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub> e A<sub>3</sub>.

Tale materiale dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata. La terra vegetale risultante dagli scavi dovrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate se ordinato dalla Direzione dei Lavori mediante ordine di servizio. Tali oneri sono compensati e compresi nei prezzi di elenco relativi.

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

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

Nei terreni in sito particolarmente sensibili all'azione delle acque sotterranee e per livelli di falda molto superficiali, se prescritto dalla D.L., si dovranno predisporre opportuni drenaggi; questa lavorazione è già compensata e compresa nel Prezzo di Elenco.

Per terreni di natura torbosa e/o in falda o comunque ogni qualvolta la Direzione dei Lavori non ritenga le precedenti lavorazioni atte a costituire un idoneo piano di posa per i rilevati, il progetto o in cantiere, la Direzione Lavori stessa provvederanno a tutti quegli interventi che saranno ritenuti adatti allo scopo, i quali saranno dall'Impresa eseguiti in base al progetto e quantificati a misura in base ai prezzi di elenco.

Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione dei piani di posa dei rilevati su terreni naturali. In caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati, per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla gradonatura di esse mediante la formazione di gradoni di altezza non inferiore a cm 50, previa rimozione della cotica erbosa che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate in quanto ordinato dalla Direzione dei Lavori con ordine di servizio, portando il sovrappiù a discarica a cura e spese dell'Impresa.

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

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

Comunque la Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressione  $M_E$ , determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317). Il valore di  $M_E^2$  misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso fra 0,05 e 0,15 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

### **C) FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA**

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

- 1) quando il terreno appartiene ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> (classificata C.N.R. - U.N.I. 10006) si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 95% della densità di riferimento, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto;
- 2) quando il terreno appartiene ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub>, A<sub>8</sub> (classificata C.N.R. - U.N.I. 10006) il progetto e in cantiere la Direzione dei Lavori provvedono a ordinare, a loro insindacabile giudizio, la bonifica del terreno stesso con materiale di classe A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>3</sub> come indicato nel progetto, per una profondità al di sotto del piano di cassonetto, che verrà stabilita secondo i casi, in base al progetto ed alle risultanze geomorfologiche e in cantiere mediante apposito ordine di servizio della Direzione dei Lavori.

Per la preparazione del piano di posa si dovrà raggiungere una densità secca almeno del 95% di quella di riferimento per uno spessore di cm 20 al di sotto del piano di cassonetto.

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà controllato dalla Direzione dei Lavori mediante la misurazione del modulo di compressibilità  $M_E$  il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 50 N/mm<sup>2</sup>.

### **D) FORMAZIONE DEI RILEVATI**

- 1) I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto, ma non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale.
- 2) Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria appartenenti ad uno dei seguenti gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> della classifica C.N.R.-U.N.I. 10006/1963, con l'avvertenza che l'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale, per uno spessore non inferiore a m 2 costipato, dovrà essere costituito da terre dei gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub> se reperibili negli scavi; altrimenti deciderà la Direzione dei Lavori se ordinare l'esecuzione di tale ultimo strato con materiale di altri gruppi provenienti dagli scavi o con materie dei predetti gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub> da prelevarsi in cava di prestito. Per quanto riguarda le materie del gruppo A<sub>4</sub>, provenienti dagli scavi, la Direzione dei Lavori prima dell'impiego potrà ordinarne l'eventuale correzione.  
Per i materiali di scavo provenienti da tagli in roccia da portare in rilevato, se di natura ritenuta idonea dalla Direzione dei Lavori, dovrà provvedersi mediante riduzione ad elementi di pezzatura massima non superiore a cm 20. Tali elementi rocciosi dovranno essere distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e non potranno essere impiegati per la formazione dello strato superiore del rilevato per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di posa della fondazione stradale.

---

$$^2M_E = f_0 \cdot \Delta p / \Delta s \cdot D \quad (\text{in N/mm}^2)$$

Dove:

- $f_0$  = fattore di forma della ripartizione del costipamento per le piastre circolari = 1;
- $\Delta p$  = differenza tra i pesi riferiti ai singoli intervalli di carico N/mm<sup>2</sup>;
- $D$  = diametro della piastra in mm;
- $\Delta s$  = differenza dello spostamento in mm della piastra di carico, circolare, rigida, corrispondente a  $p$ .
- $P$  = peso riferimento al carico trasmesso al suolo dalla piastra in N/mm<sup>2</sup>

- 3) Per quanto riguarda il materiale proveniente da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub> si esaminerà di volta in volta l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione.
- 4) 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.
- 5) Le materie di scavo, tutte comprese, provenienti da tagli stradali o da demolizioni o da qualsiasi altro lavoro che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilievi o riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede stradale, a debita distanza dai cigli, e sistemate convenientemente, restando a carico dell'Impresa ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito ed il rilascio delle autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio, gli oneri tutti per l'allontanamento dal cantiere e lo smaltimento compreso, eventualmente gli oneri tutti di scarica.
- 6) Fintanto che non siano state esaurite per la formazione dei rilevati tutte le disponibilità dei materiali idonei provenienti dagli scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria, le eventuali cave di prestito che l'Impresa volesse aprire, ad esempio per economia di trasporti, saranno a suo totale ed esclusivo carico.  
L'Impresa non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, nè prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco per la formazione di rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi in trincea, opere d'arte ed annessi stradali, qualora, pure 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 cave di prestito.
- 7) Qualora, una volta esauriti i materiali provenienti dagli scavi ritenuti idonei in base a quanto sopra detto, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Impresa potrà ricorrere al prelievo di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione dei Lavori.
- 8) E' fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali costituenti i rilevati, alla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali dal Centro Sperimentale dell'A.N.A.S. di Cesano (Roma) o presso altri Laboratori ufficiali ma sempre a spese dell'Impresa.  
Solo dopo che vi sarà l'assenso della Direzione dei Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava 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 e pertanto, ove la cava in seguito non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione essa non potrà più essere coltivata.
- 9) Per quanto riguarda le cave di prestito l'Impresa, dopo aver ottenuto le necessarie autorizzazioni da parte degli Enti competenti e preposti alla tutela del territorio, è tenuta a corrispondere le relative indennità ai proprietari di tali cave e a provvedere a proprie spese al sicuro e facile deflusso delle acque che si raccogliessero nelle cave stesse, evitando nocivi ristagni e danni alle proprietà circostanti e sistemando convenientemente le relative scarpate, in osservanza anche di quanto è prescritto dall'art. 202 T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n. 1265 e dalle successive modifiche; dal T.U. delle leggi sulla bonifica dei terreni paludosi 30 dicembre 1923, n. 3267, successivamente assorbito dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale, approvato con R.D. 13 febbraio 1933, n. 215 e successive modifiche e integrazioni sia nazionali che regionali.
- 10) Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm 50. Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata non inferiore al 90% negli strati inferiori ed al 95% in quello superiore (ultimi 30 cm).  
Inoltre per tale ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di compressibilità  $M_E$ , definito dalle Norme Svizzere (SNV 670317), il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 50 N/mm<sup>2</sup>.  
Ogni strato sarà costipato alla densità sopra specificata procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido, oppure al suo inaffiamento, se troppo secco, in modo da conseguire una umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro.

L'Impresa non potrà poi procedere alla stesa degli strati successivi senza la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori.

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

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

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

Pur lasciando libera la scelta del mezzo di costipamento da usare, si prescrive per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> un costipamento a carico dinamico-sinusoidale e per terreni di rilevati riportabili ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub> un costipamento mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati.

In particolare, in adiacenza dei manufatti, esistenti o che di norma saranno costruiti prima della formazione dei rilevati, i materiali del rilevato dovranno essere del tipo A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> e costipati con energia dinamica di impatto, non provocando d'altro canto danni alle singole opere esistenti di proprietà privata o pubblica. La Direzione dei Lavori si riserva comunque la facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante mescolazione in sito del legante in ragione di 25÷50 kg per m<sup>3</sup> di materiale compattato.

Tale stabilizzazione dovrà, se ordinato, interessare un volume di rilevato la cui sezione, secondo l'asse stradale, può assimilarsi in un trapezio con base minore di m 2, base maggiore di m 15 ed altezza pari a quella del manufatto.

- 11) Il materiale dei rilevati potrà essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche siano tali, a giudizio della Direzione dei Lavori, da non pregiudicare la buona riuscita del lavoro.
- 12) L'inclinazione da dare alle scarpate sarà quella di cui alle sezioni di norma allegate al progetto.
- 13) Man mano che si procede alla formazione dei rilevati, le relative scarpate saranno rivestite con materiale ricco di humus dello spessore non superiore a cm 30 proveniente o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi, o da cave di prestito, ed il rivestimento dovrà essere eseguito a cordoli orizzontali e da costiparsi con mezzi idonei in modo da assicurare una superficie regolare.  
Inoltre le scarpate saranno perfettamente configurate e regolarizzate procedendo altresì alla perfetta profilatura dei cigli.
- 14) Se nei rilevati avvenissero dei cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarica, rinnovando, ove occorre, anche la sovrastruttura stradale.
- 15) Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere solo dei tipi A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub>. Restano ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

In alcuni casi la D.L. potrà, al fine di migliorare la stabilità del corpo stradale, ordinare la fornitura e la posa in opera di teli "geotessili" in strisce contigue opportunamente sovrapposte nei bordi per almeno cm 40. Le caratteristiche di tale telo saranno conformi a quelle di cui al punto y) dell'art. "Qualità e provenienza dei materiali" tenendo presente che per tale caso particolare la resistenza a trazione del telo potrà arrivare ad un massimo di 1.200 N/5cm.

- 16) Ai fini di assicurare lo scolo delle acque piovane e un sufficiente addensamento, la costruzione del terrapieno stradale verrà condotta secondo il seguente schema.

#### 1° Tempo

Tracciamento della strada, modinatura dei rilevati o degli scavi.

#### 2° Tempo

Bonifica dai terreni torbosi, se eventualmente presenti, e/o preparazione del suolo costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati, comprendente: lo scoticamento; l'espurgo da piante, cespugli, erbe, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea; il trasporto fuori dalla sede del lavoro di tutte le materie di rifiuto e dei materiali torbosi eccedenti; la costruzione, ove necessario, di morse o gradoni; la sagomatura del terreno a falde aventi pendenza trasversale non inferiore al 5%.

#### 3° Tempo

Costruzione per ogni singolo tronco dei fossi di scolo, dei manufatti destinati a dare continuità, ai fossi stessi e dei tombini sottopassanti la strada. Trasporto dei materiali non utilizzabili per la costruzione del rilevato fuori della sede stradale. In particolare si prescrive che in nessuna fase della lavorazione siano costituiti depositi che possono pregiudicare il perfetto drenaggio dei rilevati o della base su cui questi devono insistere.

#### 4° Tempo

Compattazione del suolo costituente la base su cui si dovranno impiantare i rilevati con l'impiego di mezzi idonei fino ad ottenere una densità non inferiore al 95% della densità massima del Proctor Modificato.

#### 5° Tempo

Costruzione dei rilevati per strati non superiore a cm. 50, loro compattazione con mezzi adeguati fino ad ottenere una densità non inferiore al 90% della densità massima Proctor Modificato, mantenendo per i singoli strati una configurazione a falde aventi pendenza trasversale non inferiore al 5% estese fino alle scarpate.

#### 6° Tempo

Costruzione delle banchine stradali, che dovrà essere eseguita immediatamente dopo la costruzione e la compattazione della fondazione stradale in misti granulari di cava, avendo sempre cura di evitare che la quota delle banchine superi quella della sovrastruttura limitandone la possibilità di scolo e di drenaggio. Le banchine stradali saranno configurate con le pendenze trasversali che saranno indicate dalla direzione dei lavori.

Per la costruzione delle banchine e delle scarpate stradali potranno essere impiegate terre vegetali e comunque di scarse qualità meccaniche per gli spessori indicati dalla Direzione Lavori.

### **E) SCAVI DI SBANCAMENTO**

Per scavi di sbancamento o tagli a sezioni aperte, anche se delimitate da recinzioni e manufatti in genere esistenti e con la presenza di ogni altro manufatto nell'area d'intervento, si intendono quelli occorrenti a qualsiasi profondità per l'apertura della sede stradale, piazzali ed opere accessorie, quali ad esempio: gli scavi per tratte stradali in trincea, per lavori di spianamento del terreno, per taglio delle scarpate delle trincee o dei rilevati, per formazione ed approfondimento di piani di posa dei rilevati, di cunette, cunettoni, fossi e canali, nonché quelli per impianto di opere d'arte praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del piano di campagna lungo il perimetro di scavo e lateralmente aperti almeno da una parte.

Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi di splanteamento, di bonifica dei terreni di tipo torboso anche in falda per qualsiasi profondità e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costruirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, ecc) eseguiti superiormente o inferiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi e tutti quelli indicati dalla D.L.

Questo piano sarà determinato con riferimento all'intera area di fondazione dell'opera. Ai fini di questa determinazione, la Direzione dei Lavori, per fondazioni di estensione notevole, si riserva la facoltà insindacabile di suddividere l'intera area in più parti.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento può essere richiesta dalla Direzione dei Lavori anche a campioni di qualsiasi tratta senza che l'Impresa possa pretendere, per ciò, alcun compenso o maggiorazione del relativo prezzo di elenco.

Per ogni riferimento si rinvia alla specifica voce di Elenco Prezzi; nel prezzo sono inclusi gli oneri tutti aggiuntivi per l'esecuzione in presenza anche di acqua di falda o corrente, compresi tutti gli eventuali oneri inerenti l'aggettamento di tali acque (Pompe, Well-Point, dreni orizzontali e quant'altro).

Per tutte le lavorazioni successivamente descritte, e' già' ricompreso nel prezzo ogni maggior onere derivante dall'operare in spazi delimitati da recinzioni di qualsiasi tipo e da ogni altro manufatto presente, con l'applicazione di ogni accorgimento ed opera idonei alla salvaguardia dei manufatti medesimi secondo le disposizioni della D.L. affinché non sia arrecato alcun danno; e l'onere di attivare tutte le opere temporanee per garantire l'accessibilità ai residenti e/o di lavorare per tronchi parziali, secondo le indicazioni della D.L.

### **F) 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, anche in presenza di acqua di falda o corrente, chiusi, tra pareti verticali riproducenti il perimetro della fondazione dell'opera.

Gli scavi occorrenti per la fondazione delle opere d'arte saranno spinti fino al piano che sarà stabilito dalla Direzione dei Lavori qualunque sia la natura e la qualità del terreno. Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale e sagomato a gradini con leggera pendenza verso monte, per quelle opere che cadono sopra falde inclinate.

Anche nei casi di fondazioni su strati rocciosi questi ultimi debbono essere convenientemente spianati a gradino, come sopra.

Le profondità, che si trovino indicate nei disegni di consegna sono perciò di semplice avviso e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

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

Gli scavi, comunque eseguiti, di fondazione saranno considerati a pareti verticali e l'Impresa dovrà, all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbadacchiature anche in falda eventualmente, compensate nel relativo prezzo dello scavo, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose e all'opera, per smottamenti o franamenti del cavo. Nel caso di franamento dei cavi, è a carico dell'Impresa procedere al ripristino senza diritto a compensi.

Dovrà essere cura dell'Impresa eseguire le armature dei casseri di fondazione con la maggiore precisione, adoperando materiale di buona qualità e di ottime condizioni, di sezione adeguata agli sforzi cui verrà sottoposta l'armatura stessa ed adottare infine ogni precauzione ed accorgimento, affinché l'armatura dei cavi riesca la più robusta e quindi la più resistente, sia nell'interesse della riuscita del lavoro sia per la sicurezza degli operai adibiti allo scavo.

L'Impresa è quindi l'unica responsabile dei danni che potessero avvenire alle persone ed ai lavori per deficienza od irrazionalità delle armature; è escluso in ogni caso l'uso delle mine. Gli scavi potranno, però, anche essere eseguiti con pareti a scarpa, ove l'Impresa lo ritenga di sua convenienza.

In questo caso non sarà compensato il maggior scavo oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera.

Analogamente dovrà procedere l'impresa senza ulteriore compenso a riempire i vuoti che restassero attorno alle murature stesse, pure essendosi eseguiti scavi a pareti verticali, in conseguenza della esecuzione delle murature con riseghe in fondazione.

Per aumentare la superficie di appoggio la Direzione dei Lavori potrà ordinare per il tratto terminale di fondazione per una altezza sino ad un metro, che lo scavo sia allargato mediante scampanatura, restando fermo quanto sopra è detto circa l'obbligo dell'impresa, ove occorra di armare convenientemente, durante i lavori, la parete verticale sovrastante.

Ogni qualvolta si troverà acqua, anche di falda o corrente, nei cavi di fondazione, di sbancamento ed in genere, l'Appaltatore su indicazione della D.L., dovrà provvedere mediante pompe, canali fugatori, ture, wellpoint, dreni orizzontali o con qualsiasi mezzo che ravvisasse più opportuno o conveniente, ai necessari aggettamenti, che sono compresi nel prezzo di elenco come indicato nel relativo Elenco Prezzi, senza alcun diritto di sovrapprezzo.

In tale prezzo si intende contrattualmente compreso l'onere per l'Impresa dell'aggettamento dell'acqua durante la costruzione della fondazione in modo che questa avvenga all'asciutto. L'Impresa sarà tenuta ad evitare la raccolta dell'acqua proveniente dall'esterno nei cavi di fondazione; ove ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggettamenti.

Nella costruzione dei ponti è necessario che l'Impresa provveda, fin dall'inizio dei lavori, ad un adeguato impianto di pompaggio, che, opportunamente graduato nella potenza dei gruppi impiegati, dovrà servire all'esaurimento dell'acqua di filtrazione dell'alveo dei fiumi o canali.

Naturalmente tale impianto idrovoro, che converrà sia suddiviso in più gruppi per far fronte alle esigenze corrispondenti alle varie profondità di scavo, dovrà essere montato su apposita incastellatura che permetta lo spostamento dei gruppi, l'abbassamento dei tubi di aspirazione ed ogni altra manovra inerente al servizio di pompaggio. L'Impresa, per ogni cantiere, dovrà provvedere a sue spese al necessario allacciamento dell'impianto nonchè alla fornitura ed al trasporto sul lavoro dell'occorrente energia elettrica, sempre quando l'Impresa stessa non abbia la possibilità e convenienza di servirsi di altra forza motrice. L'impianto dovrà essere corredato, a norma delle vigenti disposizioni in materia di prevenzione degli infortuni, dei necessari dispositivi di sicurezza restando l'Amministrazione appaltante ed il proprio personale sollevati ed indenni da ogni responsabilità circa le conseguenze derivate dalle condizioni dell'impianto stesso.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spesa ed iniziativa, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e robustezza che per la qualità delle materie da escavare siano richieste, adottando anche tutte le altre precauzioni che fossero ulteriormente riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo, e per garantire la sicurezza delle cose e delle persone, gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori. Il legname impiegato a tale scopo, semprechè non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione, resterà di proprietà dell'impresa, che potrà perciò recuperarlo ad opera compiuta. Nessun compenso spetta all'impresa se, per qualsiasi ragione, tale recupero possa risultare soltanto parziale, od anche totalmente negativo.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11 marzo 1988 (S.O. alla G.U. n. 127 del 1 giugno 1988).

## **G) PRECAUZIONI PER L'USO DELLE MINE**

Per le mine che occorressero all'esecuzione degli scavi, l'Appaltatore dovrà osservare tutte le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti in vigore.

Oltre a ciò l'Appaltatore è in obbligo di prendere tutte le precauzioni speciali e necessarie per evitare alle persone ed alle cose in genere ogni danno, delle cui conseguenze egli è sempre ed in ogni caso responsabile.

Le mine che dovranno usarsi in vicinanza di strade o di luoghi abitati o di condutture aeree di ogni genere, debbono essere riparate con fascine o legnami, in modo da impedire che le materie lanciate a distanza abbiano a recare danno a qualsiasi specie.

Al momento dell'accensione i passanti debbono essere fermati ad una distanza conveniente, in relazione all'entità della mina, da guardiani muniti di bandiere e segnali rossi e prima dell'accensione deve essere dato ripetuto avviso acustico, attendendo per incominciare l'operazione che sia accertato che tutte le persone e gli operai si siano posti al sicuro.

#### **H) ARMATURE E SBADACCHIATURE SPECIALI PER GLI SCAVI DI FONDAZIONE**

Le armature occorrenti per gli scavi di fondazione debbono essere eseguite a regola d'arte ed assicurate in modo da impedire qualsiasi deformazione dello scavo e lo smottamento delle materie anche in acqua di falda, e restano a totale carico dell'impresa essendo compensato col prezzo di elenco per lo scavo, tale disposizione si applica anche agli scavi armati per fognature e taglio aperto.

#### **I) PARATIE O CASSERI IN LEGNAME PER FONDAZIONI**

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formate con pali o tavoloni infissi nel suolo e con longarine o filagne di collegamento in sommità, della qualità e dimensioni che saranno prescritte. I tavoloni debbono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzasse sotto la battitura o che nella discesa deviasse dalla verticale, deve essere dall'impresa, a sue cure e spese, estratto e sostituito.

Le teste dei pali o dei tavoloni debbono essere muniti di adatte cerchiature in ferro per evitare le scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio. Le punte dei pali e dei tavoloni debbono essere munite di puntazze di ferro quando il Direttore dei Lavori lo giudichi necessario.

Le teste delle palancole debbono essere portante al livello delle longarine, recidendo la parte sporgente, quando sia stata riconosciuta la impossibilità di farle maggiormente penetrare nel terreno.

Quando le condizioni del sottosuolo lo permettono, i tavoloni o le palancole, anziché infissi nel terreno, possono essere posti orizzontalmente sulla fronte dei pali verso lo scavo e debbono essere assicurati ai pali stessi mediante robusta ed abbondante chiodatura, in modo da formare una parete stagna e resistente.

### **ART. 4a**

#### **STRUTTURE DI SOSTEGNO IN TERRA CON L'AGGIUNTA DI ALTRI MATERIALI**

#### **O. GENERALITA'**

Sono quelle opere speciali di sostegno costituite dall'associazione dei seguenti componenti principali:

- \* il terreno di riempimento;
- \* i rinforzi alla resistenza ai quali, per effetto dell'attrito con il terreno di riempimento, è affidato l'equilibrio delle forze agenti;
- \* il paramento esterno che delimita la geometria dell'opera;
- \* l'eventuale fondazione del paramento esterno che contribuisce alla stabilità dell'insieme e garantisce l'equilibrio in fase realizzativa.

Le opere di sostegno realizzate con l'associazione dei suindicati componenti debbono soddisfare ai criteri di progetto e verifica di cui al D.M. 11.03.1988 concernente le "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" (pubblicato sul S.O alla G.U. n. 127 del 01.06.1988).

#### **1. PROGETTO**

Il progetto esecutivo costruttivo deve contenere:

- a) gli elaborati grafici;
- b) una nota esplicativa del metodo di dimensionamento;
- c) la classificazione dell'opera, se temporanea o permanente, espressa in termini di durata di servizio;
- d) l'indicazione dei carichi e sovraccarichi;



- e) il dimensionamento interno del massiccio armato con le verifiche a trazione e ad aderenza dei rinforzi e la previsione degli spostamenti del paramento, compatibili con quelli previsti dal progetto;
- f) una relazione che evidenzia le caratteristiche del terreno di impianto e le verifiche di stabilità globale del manufatto, effettuate sia per la fase di costruzione che di esercizio della struttura;
- g) le eventuali verifiche in caso di zona sismica;
- h) le specifiche tecniche;
- i) le schede tecniche dei materiali;
- j) le istruzioni di montaggio;
- k) le istruzioni per la posa in opera e per il prelievo periodico dei "testimoni" atti ad accertare lo stato di conservazione dei rinforzi nel tempo;

il dimensionamento di eventuali bonifiche o consolidamenti del terreno di fondazione.

L'Impresa è tenuta a presentare in tempo utile all'approvazione della Direzione Lavori, il progetto esecutivo ed i certificati comprovanti le caratteristiche fisiche ed elettrochimiche dei terreni, oltre che la resistenza, qualità e conformità degli altri componenti la struttura di sostegno in terra.

## 2. MATERIALI

A seconda della durata di servizio di cui al punto 1.c) si utilizzeranno rinforzi in acciaio zincato o geosintetici stabilizzati o composti per le opere permanenti, mentre si potranno usare rinforzi in acciaio non zincato o geosintetici per opere provvisorie di cui si garantirà una durata minima effettiva nel tempo pari o comunque non inferiore a 10 anni.

### a) Rinforzi

a.1) Per opere permanenti

a.1.1) Armature di rinforzo in acciaio zincato.

Sono in acciaio laminato a caldo del tipo Fe 510 (Fe 52) ad aderenza migliorata, zincate a caldo con spessore minimo a zincatura di 70 micron.

La larghezza, la lunghezza e lo spessore delle piattine di armatura con le relative tolleranze saranno indicate nel progetto.

a.1.2) Armature di rinforzo in geosintetici composti o geotessili che debbono corrispondere alle caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche previste dal progetto e comunque del tipo: poliestere (PET), polipropilene (PP) presi singolarmente o combinati in strato o in percentuali differenti nell'ambito di un unico tessuto. Per garantirne la durabilità in opere definitive, sono realizzati con agenti stabilizzanti (geotessili stabilizzati) o rivestiti con film protettivi (geotessili composti).

a.2) Per opere provvisorie

a.2.1) Armature di rinforzo in acciaio non zincato.

Sono dello stesso acciaio di cui al punto a.1.1, ma non zincate.

a.2.2) Armature di rinforzo in geosintetici o geotessili che debbono corrispondere alle caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche previste dal progetto e che comunque sono costituite da geotessili in poliestere (PET), polipropilene (PP), poliammide (PA) o polietilene (PE) presi singolarmente o combinati in strati o in percentuali differenti nell'ambito di un unico geotessile.

### Paramento

b.1) Pannelli prefabbricati in cls.

b.1.1) Pannelli cruciformi di classe 300 ( $R_{ck} \geq 30$  N/mm<sup>2</sup>) spessore minimo 14 cm, rinforzati, se necessario, in corrispondenza degli attacchi con ferri ad aderenza migliorata del tipo FeB44k, controllati in stabilimento, completi di attacchi zincati per rinforzi in acciaio, perni, manicotti, giunti ed appoggi.

b.1.2) Pannelli per muro verde, di classe 300 ( $R_{ck} \geq 30$  N/mm<sup>2</sup>), armati o non, a seconda delle prescrizioni di calcolo, con ferri ad aderenza migliorata del tipo FeB44k, controllati in stabilimento, formati da contrafforti a piastra inclinata, disposti in modo da costituire volumi da riempire con terreno vegetale e completi di attacchi zincati per rinforzi in acciaio ed appoggi.

b.1.3) Pannelli monolitici prefabbricati in c.a. che debbono corrispondere alle caratteristiche tecniche previste dal progetto e comunque costituite da c.i.s. di classe 350÷450, aventi spessore variabile ed armati con acciaio FeB44k controllato in stabilimento. Essi devono essere completi di adeguati rinforzi, giunti maschio-femmina, ganci di sollevamento e predisposti per la solidarizzazione con la fondazione.

b.2) Pannelli in rete elettrosaldata.

b.2.1) Pannelli per terra vegetale completi: di attacchi per rinforzi in acciaio e di biostuoia e/o geogriglia atta a ricevere idrosemina.

b.3) Pannelli in poliestere.

b.3.1) Geotessili e geosintetici completi di rete metallica, atti a ricevere idrosemina e collegati con rinforzi geosintetici.

### c) Terra di riempimento

Per il riempimento debbono essere impiegate terre appartenenti ai gruppi

A<sub>1-a</sub>, A<sub>1-b</sub>, A<sub>3</sub>, della classifica C.N.R.-U.N.I. 10006/1963.

Possono eventualmente essere impiegate terre di altri gruppi solo se ordinate dalla D.L.

Per l'accettazione delle terre di riempimento debbono essere sempre verificate le seguenti condizioni:

\* PH compreso tra 5 e 10;

\* resistività elettrica: > 1000 Ω per cm, per opere all'asciutto e > 3000 Ω per cm, per opere immerse in acqua dolce, misurata su materiale saturo.

Se la resistività è < 5000 Ω per cm, si deve anche verificare il contenuto in cloruri e solfati.

## 3. POSA IN OPERA

Il piano di posa dei rinforzi deve essere livellato per ogni strato per una larghezza uguale o maggiore alla lunghezza dei rinforzi stessi.

La posa in opera del materiale di riempimento deve essere effettuata a breve distanza di tempo dalla stesa dei rinforzi e dal montaggio del corrispondente filo di paramento.

Gli strati devono avere spessore uniforme, non eccedente cm 40 e la posa in opera deve essere sempre parallela al paramento.

Il materiale deve essere quindi compattato con le usuali tecniche adottate per i normali rilevati, fino a raggiungere una densità non inferiore al 95% della densità massima AASHO modificata.

Le eventuali opere di fondazione ed opere di drenaggio a corredo delle opere speciali in terra trattata mista ad altri materiali, debbono essere realizzate con la massima cura in base a quanto previsto dal progetto e comunque con i magisteri previsti dagli articoli delle norme tecniche del capitolato speciale d'appalto.

## 4. PROVE DI CONTROLLO

Essendo le strutture di sostegno in argomento manufatti in terra, il loro controllo e relativo collaudo dovrà essere diretto a verificare un duplice aspetto:

a) l'aspetto relativo al massiccio considerato come un rilevato;

b) l'aspetto relativo al massiccio considerato come un'opera di sostegno a gravità.

Per il primo punto a) occorre effettuare, in corso d'opera e ad opera finita, tutte le prove prescritte per la realizzazione di opere in terra (ad esempio le prove di portanza su piastra e le prove sui materiali costituenti il rilevato) e verificare la buona esecuzione del rilevato stesso anche sotto l'aspetto geometrico.

La frequenza ed il tipo di prove sono indicate nella tabella riportata a pagina 26.

Per il secondo punto b), analogamente a quanto avviene per le opere di sostegno tradizionali, occorre che vengano eseguite le verifiche previste dal D.M. 11.03.1988 per accertarsi della stabilità sia interna che globale dell'opera da collaudare.

Nel caso in cui il paramento sia realizzato in pannelli di cls, l'Impresa dovrà fornire i certificati delle prove a rottura eseguite, in ragione di quattro cubetti ogni 700 m<sup>2</sup> di pannelli con un minimo di quattro cubetti per ogni opera.

Il Collaudatore deve verificare la qualità, quantità e corrispondenza dei singoli materiali utilizzati per la realizzazione delle opere secondo le specifiche di progetto.

In corso d'opera occorre procedere a frequenti controlli di allineamento e planarità del paramento, per rilevare ogni tendenza al "fuori piombo" o deformazioni e prendere le dovute precauzioni.

Le tolleranze di montaggio dipendono dal tipo di paramento e sono specificate nei documenti di progetto.

Se il manufatto è costituito su terreni compressibili, deve essere seguita l'evoluzione degli assestamenti, sia durante la costruzione che successivamente, disponendo traguardi sul paramento e controllandone nel tempo la loro rispondenza a quanto previsto in progetto.

## FREQUENZA DELLE PROVE

(almeno una per ogni 250 m<sup>3</sup> come da tabella)

### RILEVATI IN TERRA TRATTATA MISTA AD ALTRI MATERIALI

Tipo di prova	Entro i primi 5000 m <sup>3</sup>	Successivi m <sup>3</sup>
Classif. CNR UNI 10006/63	500	5000
Resistività	500	5000
Ph	500	5000
Contenuto in cloruri e solfati per valori di resistività tra 1000÷5000	500	5000
Costip. AASHO Mod. CRN	500	5000
Densità in sito CNR 22	250	1000
Carico su piastra CNR 9 - 70317	1000	5000
Controllo umidità	*	*
(*) Frequenti e rapportate alle condizioni metereologiche locali ed alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato		

### **Art. 4b** **TERRE RINFORZATE**

#### a) GENERALITÀ

Le "terre rinforzate" vengono utilizzate per la realizzazione di muri di sostegno o di controripa mediante terre di idonee caratteristiche geomeccaniche rinforzate con geogriglie monorientate in polietilene ad alta densità (HDPE) di resistenza opportuna in funzione delle caratteristiche geometriche del rilevato, delle caratteristiche meccaniche del terreno e dei carichi agenti sul rilevato stesso. La scarpata del manufatto sarà realizzata mediante impiego di un cassero di guida in rete elettrosaldata a perdere.

#### b) CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Geogriglie in HDPE

Le geogriglie dovranno essere monorientate in polietilene ad alta densità (HDPE), prodotte per estrusione in continuo e successiva stiratura monodirezionale, dovranno avere apertura e forma allungata con giunzioni integrali. Devono essere costituite da una struttura piana monolitica con una distribuzione regolare di aperture rettangolari che individuano fili longitudinali e trasversali. Le giunzioni tra i due ordini di fili devono essere parte integrante della struttura della geogriglia e non devono essere ottenute per intreccio o saldatura dei singoli fili.

La geogriglia a seconda di quanto prescritto dal progetto, dovrà avere i seguenti requisiti minimi:

	Unità	per rilevati di H < 6 m	per rilevati di H > 6 m
Peso unitario	g/mq	620	1000
Resistenza massima a trazione	KN/m	65.0	100.0
Resistenza a lungo termine di progetto	KN/m	26.4	46.4

#### Rete metallica elettrosaldata

La rete metallica elettrosaldata necessaria alla realizzazione del cassero "a perdere" dovrà avere una maglia di 150\*150 mm e diametro dei ferri non inferiore a 8 mm.

## Biostuoie

La biostuoia di contenimento dovrà essere costituita da una stuoia in fibra di cocco o di altri vegetali legata da una rete di materiale biodegradabile. La resistenza allo strappo, allo stato secco, dovrà essere a 2 KN/m.

## Terreno di riempimento

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme CNR-UNI 10006. I materiali di riempimento utilizzati nella costruzione delle terre rinforzate dovranno appartenere esclusivamente al gruppo A1 fatta eccezione per l'ultimo strato di 30 cm sul fronte esterno delle terre rinforzate, ove dovrà essere impiegato terreno vegetale sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea permanente; esso dovrà risultare privo di ciotoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

I materiali appartenenti al gruppo A1 dovranno essere esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo. Non saranno ammesse rocce frantumate con pezzature grossolane. Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare in nessun caso i 25 cm.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una densità pari o superiore al 95% dello Standard Proctor. Eventuali deroghe per l'impiego di materiali appartenenti a gruppi differenti dall'A1 potranno essere autorizzate dalla direzione lavori solo se supportate da accurate verifiche ed indagini di laboratorio e/o in sito.

Allo scopo di garantire un comportamento omogeneo della "terra armata", qualora i materiali in cava non mantenessero la prescritta uniformità di caratteristiche granulometrica e chimica, gli stessi saranno preventivamente stoccati in apposita area al fine di essere opportunamente mescolati. Detto onere deve ritenersi compreso e compensato con i relativi prezzi di Elenco.

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali sarà accertata mediante le prove di laboratorio riportate nel paragrafo (Prove di accettazione e controllo). Il prelievo dei campioni sarà effettuato in contraddittorio con la Direzione Lavori, la quale provvederà ad indicare il nominativo del laboratorio (o dei laboratori) presso il quale l'Impresa provvederà a fare eseguire le prove a sua cura e spesa.

## c) MODALITÀ ESECUTIVE

Preparazione del piano di posa e scavo del versante d'appoggio delle terre rinforzate

Per la preparazione del piano di posa delle terre rinforzate l'Impresa dovrà provvedere innanzi tutto al taglio delle piante e alla estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. e al loro sistematico ed immediato allontanamento a discarica autorizzata. Si procederà quindi allo scavo e sagomatura del versante avendo cura di non generare scarpate artificiali di pendenza superiore a 60 gradi rispetto all'orizzontale. L'Impresa provvederà a far sì che il piano di posa delle terre armate sia il più possibile regolare privo di bruschi avvallamenti e tale da evitare il ristagno di acque piovane. Il piano di posa dei rilevati dovrà essere approvato previa ispezione e controllo da parte della Direzione Lavori; in quella sede la D.L. potrà richiedere ulteriori scavi di sbancamento per l'asportazione dei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza. Il materiale proveniente dallo scavo di preparazione del piano di posa e dallo scavo del versante potrà essere reimpiegato nella sistemazione finale delle scarpate; quello in eccesso dovrà essere immediatamente rimosso e portato nelle zone di discarica autorizzate. Il quantitativo da reimpiegarsi nella sistemazione a verde delle scarpate sarà accantonato in località e con modalità precedentemente autorizzate dalla Direzione Lavori, l'accumulo di detti materiali dovrà comunque consentire il regolare deflusso delle acque e dovrà risultare tale che non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

## Procedura di realizzazione delle terre rinforzate

Dopo aver livellato e preparato il piano di posa si posizioneranno i casseri metallici "a perdere", legati tra loro mediante del filo di ferro. I casseri dovranno essere costituiti da rete metallica elettrosaldata con maglia di 150 x 150 mm, piegati secondo un angolo di 70.48° rispetto all'orizzontale e con un appoggio di almeno 40 cm. Complessivamente il cassero dovrà essere alto 50 cm. Quindi verranno collocate lungo la facciata interna del cassero le geogriglie, opportunamente pretagliate secondo le specifiche di progetto. Le geogriglie dovranno essere disposte in strati orizzontali, perpendicolari al fronte, avendo cura di garantire una sovrapposizione lungo le giunture di almeno 5 cm. Per l'ancoraggio al terreno saranno utilizzati dei ferri sagomati ad "U" di diametro non inferiore a 8 mm. La porzione terminale della geogriglia sarà lasciata temporaneamente esterna al cassero e dovrà corrispondere alla lunghezza di 1,50 m stabilita per il risvolto superiore. Al termine sarà stesa internamente alla geogriglia, lungo la facciata sostenuta dal cassero una biostuoia di contenimento con un risvolto di 25 cm sia superiormente che inferiormente.

Al fine di irrigidire la struttura del cassero sarà posizionato un tirante metallico del diametro di almeno 8 mm. La stesa del materiale di riempimento dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte a evitare segregazioni o brusche variazioni granulometriche. Lo spessore di ogni singolo strato sarà di 50 cm e la stesa avverrà sempre parallelamente al paramento esterno.

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. In prossimità della facciata (per circa un m) la compattazione verrà realizzata utilizzando esclusivamente piastre vibranti o rulli azionati a mano. La compattazione dovrà ritenersi conclusa al raggiungimento di una costipazione non inferiore al 95% dello Standar Proctor. Al termine delle operazioni di costipazione verrà rivolta verso l'interno la porzione terminale della biostuoia e della geogriglia tenute precedentemente esterne al cassero. La geogriglia sarà stesa manualmente e ancorata al terreno utilizzando ferri sagomati ad " U ". Ciascun strato successivo potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo aver certificato mediante prove di controllo l'idoneità dello strato precedente. Al termine della costruzione delle terre rinforzate si potrà procedere all'idrosemina sulla facciata del rilevato.

#### Realizzazione delle terre rinforzate per conci

Come illustrato nella relazione e nelle tavole di progetto, onde evitare rischi di collasso globale del versante, la realizzazione delle terre rinforzate avverrà per conci con larghezza massima di 10 m. Non sarà consentita l'apertura di un concio fino a quando il precedente non sia stato completato almeno fino all'altezza di 4 m fuori terra.

#### Prove di accettazione e controllo

L'Impresa dovrà eseguire le prove di controllo in contraddittorio con la Direzione Lavori nei punti indicati dalla Direzione Lavori stessa. L'Impresa potrà eseguire le prove di controllo o in proprio o tramite un laboratorio esterno comunque approvato dalla Direzione Lavori. Prima di iniziare i lavori l'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori l'elenco del personale, delle attrezzature di prova nonché i certificati di calibrazione e taratura delle apparecchiature; durante i lavori l'esito delle prove dovrà essere trasmesso tempestivamente su appositi moduli. In particolare saranno volte alla definizione delle caratteristiche dei terreni usati per il riempimento delle terre rinforzate nonché al loro grado di costipamento raggiunto in sito.

Le prove da effettuarsi sui materiali prima della loro posa saranno:

- Classificazione CNR- UNI 10006 (una almeno ogni 1000 mc di materiale);
- Controllo dell'umidità (una almeno ogni 1000 mc di materiale);
- Prova di compattazione Proctor (una almeno ogni 1000 mc di materiale).

La serie di prove sui materiali preventive alla posa seguiranno lo schema sopra esposto a condizione che i materiali mantengano caratteristiche omogenee. In caso contrario la Direzione Lavori potrà prescrivere la ripetizione della serie.

Le prove da effettuarsi sullo strato compattato in sito prima di uno successivo saranno:

- Prova di carico su piastra (almeno n. 2 )

La compattazione dovrà ritenersi soddisfacente al raggiungimento di una costipazione non inferiore al 95 % dello Standard Proctor. Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative del rilevato nel suo complesso.

Tutti gli oneri conseguenti all'effettuazione e certificazione delle prove di cui al presente articolo devono intendersi a totale carico dell'Impresa essendo compresi e compensati con i prezzi di elenco relativi alla formazione dei rilevati.

## **ART. 5** **DEMOLIZIONI**

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Le demolizioni dovranno essere effettuate con la dovuta cautela per impedire danneggiamenti alle strutture murarie di cui fanno parte e per non compromettere la continuità del transito, che in ogni caso deve essere costantemente mantenuto a cura e spese dell'Appaltatore, il quale deve, allo scopo, adottare tutti gli accorgimenti tecnici necessari con la adozione di puntellature e sbadacchiature.

I materiali provenienti da tali demolizioni resteranno di proprietà dell'Impresa essendosene tenuto conto nella determinazione dei corrispondenti prezzi di elenco.

La Direzione dei Lavori si riserva di disporre, con sua facoltà insindacabile, l'impiego dei suddetti materiali utili per l'esecuzione dei lavori appaltati.

I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, a rifiuto od a reimpiego nei luoghi che verranno scelti dall'Impresa con l'onere dello smaltimento anche in discarica se necessario.

Gli oneri sopra specificati si intendono tutti compresi e compensati nei relativi prezzi di elenco.

Nell'esecuzione delle demolizioni è consentito anche l'uso delle mine, nel rispetto delle norme vigenti.

## **ART. 6** **PALIFICATE DI FONDAZIONE**

### **a) Generalità**

Sono previsti pali per le opere comprese nel lotto dei lavori oggetto delle presenti Norme Tecniche

Resta inteso che la Direzione dei Lavori, a seguito delle risultanze di indagini geologiche e geotecniche effettuate ed eventualmente a suo insindacabile giudizio, da effettuare a norma della Legge n.64 del 2 febbraio 1974; del D.M. 11 marzo 1988 (S.O. alla G.U. n.127 dell' 1.6.1988), ha facoltà di verificare numero, lunghezza, diametro e tipo dei pali stessi e l'Impresa non potrà accampare alcun pretesto o pretendere compensi di sorta per le eventuali variazioni.

### **b) Tipi di pali**

#### **b.1) Pali di legno**

Le palificate in legno dovranno essere eseguite con pali di essenza forte (quercia, rovere, larice rosso, pino rosso, ontano, castagno) scortecciati, ben diritti, di taglio fresco, conguagliati alla superficie ed esenti da carie.

Il loro diametro sarà misurato a metà della lunghezza.

La parte inferiore del palo sarà sagomata a punta e, ove prescritto, munita di cuspidi in ferro, con o senza punta di acciaio, secondo campione che la Direzione dei Lavori avrà approvato.

Prima di procedere all'approvazione della palificata la Direzione dei Lavori potrà richiedere all'Impresa l'infissione di uno o più pali allo scopo di determinare, in base al rifiuto, la capacità portante; le infissioni di prova verranno compensate secondo il prezzo d'elenco.

I pali, salvo diverse prescrizioni, verranno affondati verticalmente nella posizione stabilita in progetto; ogni palo che si spezzasse o deviasse durante l'infissione dovrà essere, a richiesta della Direzione dei Lavori, tagliato o asportato e sostituito da altro idoneo, a cura e spese dell'Impresa.

Durante la battitura la testa dei pali dovrà essere munita di anello di ferro (ghiera) che impedisca ogni spezzatura o guasto.

I pali dovranno essere battuti a rifiuto con maglio di potenza adeguata.

Il rifiuto si intenderà raggiunto quando l'affondamento prodotto da un determinato numero di colpi del maglio (volata), cadente successivamente dalla stessa altezza, non supererà il limite stabilito in relazione alla resistenza che il palo deve offrire.

Le ultime volate dovranno sempre essere battute in presenza di un incaricato della Direzione dei Lavori, nè l'Impresa potrà in alcun caso recidere il palo senza averne avuto autorizzazione.

In uno speciale registro tenuto dalla Direzione dei Lavori, che verrà firmato giornalmente da un incaricato dell'Impresa, sarà annotata, giuste le constatazioni da eseguirsi in contraddittorio, la profondità raggiunta da ogni singolo palo, il rifiuto presentato dallo stesso e quindi il carico che ogni palo può sostenere.

L'impresa è obbligata a mettere in opera tanti battipali, quanti ne permetterà lo spazio disponibile e quanti ne potrà esigere una buona e sollecita esecuzione dei lavori. Quando la testa dei pali debba essere spinta sotto acqua, il Direttore dei Lavori può permettere l'uso di un contropalo di conveniente lunghezza e diametro, munito di perno di ferro per la sua temporanea unione col palo che deve essere infisso.

#### **b.2) Pali prefabbricati in c.a.**

La Direzione dei Lavori, in applicazione del D.M. 11.3.1988 (S.O. alla G.U. n. 127 del 1.6.1988) darà il benestare al tipo e lunghezza dei pali da adottare, solo dopo l'infissione di uno o più pali di saggio, allo scopo di determinarne la capacità portante; l'onere di queste infissioni di saggio è stato tenuto in conto nella determinazione dei prezzi di elenco; sarà opportuno, in generale, che la posizione dei pali di saggio coincida con quella dei pali definitivi.

I pali verranno numerati, così come sulla pianta di dettaglio delle fondazioni; ogni palo che si spezzasse o deviasse durante l'infissione, sarà demolito oppure asportato, e sostituito da altro, a cura e spese dell'Impresa; che non verrà compensata per il palo inutilizzato.

Il rifiuto si intenderà raggiunto quando l'affondamento, prodotto da un determinato numero di colpi di maglio (volata) cadenti successivamente dalla stessa quota, non superi il limite stabilito a seguito della infissione dei pali di saggio, in relazione alla resistenza che il palo deve offrire; a tale fine le ultime volate saranno battute in presenza di un incaricato della Direzione dei Lavori, nè l'Impresa è autorizzata, in alcun caso, a recidere il palo senza averne avuta autorizzazione.

Le constatazioni, in contraddittorio, la profondità raggiunta da ciascun palo, ed il rifiuto relativo, saranno annotati con numero relativo, in un registro che verrà firmato giornalmente dall'Impresa e dalla Direzione dei Lavori, e conservato a cura di quest'ultima per essere allegato agli atti da inviare al Collaudatore.

#### b.3) Pali (battuti o pressati) in conglomerato cementizio costruiti in opera senza asportazione del terreno.

La realizzazione del cavo destinato a ricevere il calcestruzzo avverrà sotto l'effetto di un maglio battente su di un tuboforma munito di puntazza, che costringa il terreno in sito a dislocarsi lateralmente, contemporaneamente all'affondarsi del tuboforma senza alcuna asportazione di terreno.

I rifiuti offerti dal suolo dovranno essere riportati su apposito registro e serviranno da riferimento per la presumibile portanza del costruendo palo.

Per i pali di saggio e le constatazioni in contraddittorio verranno osservati i criteri e la procedura previsti nel precedente paragrafo ("Pali prefabbricati in c.a.").

Ultimata l'infissione del tuboforma, verrà realizzato, a mezzo di un maglio cadente entro il tuboforma, oppure mediante aria compressa, un bulbo di base in calcestruzzo.

Il bulbo di base, la canna ed i bulbi intermedi, verranno realizzati in calcestruzzo con Rck maggiore od uguale a 25 N/mm<sup>2</sup> avente rapporto acqua/cemento assai limitato, versato tratto a tratto in volumi modesti e battuto, oppure pressato, in maniera che si espanda nelle masse terrose circostanti e dovrà risultare di classe non inferiore a 250. Il tuboforma verrà ritirato, tratto a tratto, con estrema cautela, ad evitare interruzioni nella continuità del calcestruzzo costituente il fusto del palo. L'armatura metallica interesserà in tutto o in parte la lunghezza del palo a seconda del progetto ed andrà collocata in opera prima dell'inizio del getto nel tratto di fusto interessato dall'armatura stessa.

L'introduzione del calcestruzzo nel tuboforma avverrà mediante benna munita di valvola automatica all'estremità inferiore, che dovrà essere aperta solo in prossimità della superficie raggiunta dal getto precedente.

Durante i getti verrà evitato con ogni mezzo il dilavamento del calcestruzzo per falde freatiche oppure correnti subalvee.

#### b.4) Pali a piccolo e grande diametro, trivellati

Per le palificate eseguite con i pali trivellati si procederà all'infissione del tuboforma mediante asportazione del terreno; raggiunta la profondità necessaria, dovrà essere asportata l'acqua e la melma esistente nel cavo.

Messa in opera l'eventuale gabbia metallica, si procederà al getto ed al costipamento del conglomerato cementizio con sistemi in uso e brevettati, riconosciuti idonei dalla D.L. e adeguati alla richiesta portanza del palo.

Il conglomerato cementizio con Rck maggiore od uguale a 25 N/mm<sup>2</sup> dovrà essere confezionato con idonei inerti di appropriata granulometria previamente approvata dalla D.L. e dovrà risultare di classe non inferiore a 250.

In particolare per i pali a grande diametro, i getti andranno eseguiti con accorgimenti che garantiscano la massima sicurezza contro i pericoli di decantazione del conglomerato o di taglio del palo.

L'introduzione del calcestruzzo avverrà pertanto mediante benna munita di valvola automatica all'estremità inferiore e con le modalità di cui al precedente punto "Pali speciali in conglomerato cementizio costruiti in opera"; oppure adottando sistemi di tipo "prepakt", o simili: in tal caso l'estremità inferiore della tubazione di mandata sarà mantenuta costantemente immersa entro la massa di calcestruzzo fresco per almeno 2 metri, onde evitare fenomeni di disinnescio.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la rasatura delle teste dei pali sia eseguita fino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del conglomerato non rispondano a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al prolungamento del palo sino alla quota di sottoplinto.

#### b5) Pali a grande diametro con impiego di fanghi bentonitici

Per i pali a grande diametro realizzati con l'impiego di fanghi bentonitici e senza l'uso del tuboforma, lo scavo dovrà eseguirsi esclusivamente con apposita attrezzatura a rotazione o a roto-percussione a seconda della natura del terreno.

Per ciò che riguarda le modalità di getto del conglomerato, la rasatura delle teste dei pali, ecc. vale quanto prescritto al precedente paragrafo. ("Pali a piccolo e grande diametro, trivellati").

### **c) Prova di carico**

Le prove di carico saranno effettuate nel numero e con le modalità di cui al punto C.5.5. del D.M. 11.3.1988 (pubblicato sul S.O. alla G.U. n. 127 dell'1.6.1988).

Il numero dei pali da sottoporre a prova sarà 1 ogni 50 pali, o frazione di 50. Poichè tali prove hanno la finalità di determinare il carico limite del complesso palo-terreno, esse vanno spinte fino a quel valore del carico per il quale si raggiunge la condizione di rottura del terreno. Ove ciò non sia possibile, la prova deve essere eseguita fino ad un carico pari ad almeno 2,5 volte il carico di esercizio. Per manufatti interessanti impianti ferroviari, il carico di prova sarà pari a 2.5 volte il carico di esercizio con coefficiente di sicurezza superiore a 2.5.

La D.L. dovrà in contraddittorio con l'Impresa, stabilire in anticipo su quali pali operare la prova di carico, ai fini dei controlli esecutivi.

Per nessun motivo il palo potrà essere caricato prima dell'inizio della prova; questa potrà essere effettuata solo quando sia trascorso il tempo sufficiente perchè il palo ed il plinto abbiano raggiunto la stagionatura prescritta.

Sul palo verrà costruito un plinto rovescio di calcestruzzo armato, avente la superficie superiore ben piantata e coassiale con il palo, sulla quale verrà posata una piastra di ferro di spessore adeguato; un martinetto di portata adeguata verrà posto tra detta piastra ed il carico di contrasto. Il carico di contrasto potrà essere realizzato con un cassone zavorrato, oppure con putrelles, rotaie, cubi di conglomerato cementizio od altro materiale di peso facilmente determinabile. Se invece la prova verrà realizzata utilizzando pali di reazione, dovranno essere costruiti fuori opera pali a perdere, e si fa divieto assoluto di utilizzare, per detta prova, i pali costituenti la fondazione dell'opera.

Inoltre i pali di reazione dovranno essere realizzati a distanza tale da non influenzare la fondazione dell'opera.

Il carico di contrasto supererà del 20% il carico di prova, affinché questo possa essere raggiunto, comunque, anche se l'incastellatura risultasse non centrata perfettamente rispetto al palo. Gli appoggi dell'incastellatura realizzata per l'esecuzione delle prove di carico saranno ampi e sufficientemente lontani dal palo di prova, ad evitare interferenze tra le tensioni provocate nel sottosuolo dal carico di contrasto e quelle provocate dal palo in prova.

Il martinetto idraulico da impiegare dovrà consentire di mantenere invariata la pressione del fluido per il tempo necessario alla prova; il manometro avrà una scala sufficientemente ampia in relazione ai carichi da raggiungere.

Il manometro ed i flessimetri verranno preventivamente tarati e sigillati presso un Laboratorio Ufficiale, con relative curve di taratura.

I flessimetri saranno sistemati a 120° , a conveniente distanza dall'asse del palo; essi avranno una corsa sufficientemente ampia in relazione agli eventuali cedimenti. I cedimenti del palo in prova saranno assunti pari alla media delle letture dei flessimetri.

La Direzione dei Lavori si riserva, a prove di carico ultimate, di ricontrollare la taratura del manometro e dei flessimetri. Il carico finale verrà realizzato con incrementi successivi ed eguali. Nel caso che venga realizzata la prova con cassone di zavorra, l'equilibrio di questo dovrà essere mantenuto stabile anche in prossimità del raggiungimento del carico massimo applicato.

Le modalità di applicazione e durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e scarico saranno prescritte dalla Direzione dei Lavori. Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data ed ora di ogni variazione del carico, le corrispondenti letture dei flessimetri ed il diagramma carichi-cedimenti.

### **d) Controlli esecutivi**

Fermo restando la facoltà della Direzione dei Lavori, di cui al punto n.5 degli oneri ed obblighi diversi a carico dell'Appaltatore, specificati nelle Norme Generali del Capitolato Speciale d'Appalto, l'Impresa, ai fini dell'accertamento della buona esecuzione dei pali, dovrà predisporre, ogni 50 pali con un minimo di n.2 pali per ogni manufatto, quanto occorre per effettuare l'applicazione di metodi di accertamento indiretto ( non distruttivo ) quali: l'ammettenza meccanica; ecc... presentando alla Direzione dei Lavori la documentazione relativa al metodo prescelto, onde ottenere la preventiva approvazione.

## **ART. 7** **PALI DI SABBIA**

I "pali di sabbia" hanno per scopo il drenaggio ed il consolidamento accelerato di terreni argillosi saturi in corrispondenza di rilevati. Si eseguono praticando dapprima nel terreno un foro con estrazione di materiale, fino allo strato compatto di argilla, si riempie successivamente la cavità di sabbia pulita, vagliata, e per quanto possibile monogranulare, avente la granulometria prescritta dalla Direzione Lavori.



Dalla zona di lavoro verrà tolta la prima copertura vegetale, stendendo quindi uno strato di circa cm 50 di sabbia dello stesso tipo di quella usata per i dreni e sporgente almeno un metro al di fuori della base del rilevato. I dreni avranno il diametro, l'interasse e la lunghezza richiesti dal caso specifico e comunque concordati con la Direzione Lavori. Per tale tipo di opere si applicheranno le norme contenute nel D.M. 11.3.1988 (S.O. alla G.U. n.127 dell' 1.6.1988).

## **ART. 8** **TIRANTI DI ANCORAGGIO**

I tiranti di ancoraggio devono rispondere alle norme prescritte dal D.M. 11.3.1988 (S.O. alla G.U. n.127 del 1.6.1988) sono costituiti da elementi orizzontali o suborizzontali di collegamento fra strutture di calcestruzzo semplice ed armato, (verticali o variamente inclinate: muri di contenimento, di controripa, diaframmi, pareti perimetrali di fondazione) ed il terreno retrostante. Hanno lo scopo di assorbire le spinte da monte, per consolidamento di opere preesistenti, oppure in opere da costruire, là dove le conseguenti sollecitazioni non possono essere trasmesse alla base del muro.

I tiranti sono costituiti da nuclei di acciaio ad elevato limite elastico tipo c.a.p. - formati con fili, trecce, trefoli, barre - alloggiati in appositi fori, dove sono avvolti da malta cementizia ed ancorati saldamente al terreno mediante la parte terminale (bulbo); sono sottoposti ad adeguata tensione preventiva attraverso l'apposita testa di ancoraggio.

I fori, del diametro di 100÷125 mm e di lunghezza fino a m. 25, saranno eseguiti con sonde a rotazione o a roto-percussione, con rivestimento se necessario, e con eventuale impiego di fanghi bentonitici; le iniezioni di adatta miscela dovranno assicurare dapprima la formazione del bulbo terminale, e quindi il rivestimento della parte libera, sino alla testata.

La pretensione da applicare ai tiranti sarà effettuata solo dopo sufficiente manutenzione del bulbo di ancoraggio (28 giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela), e dovrà raggiungere un valore finale pari a 1,15 T, dove T è la capacità utile della pretensione definita nello 0,55 della trazione corrispondente all'allungamento permanente dello 0,2%; l'aumento del 15% è previsto per assorbire la caduta di tensione per rilassamento.

Prima di iniziare la tesatura di ogni tirante, saranno tirati singolarmente e con forza opportuna gli elementi componenti, per eliminare le eventuali differenze di lunghezza nella parte libera; la tensione finale al valore di carico verrà raggiunta per successivi incrementi di 0,25 T, e con una ultima quinta fase di tiro, pari allo 0,15 T, di cui sopra si è detto.

Per alcuni tiranti (una ogni 10 o frazione) scelti dalla Direzione Lavori, si dovranno lasciare accessibili le teste di ancoraggio, per eventuali controlli o ritature.

In caso di cedimenti all'atto del tiro, saranno sospese le operazioni per riprendere le iniezioni del bulbo di ancoraggio. Le altre norme da applicare per il controllo degli acciai, per l'esecuzione delle iniezioni e della tesatura, ecc. sono le stesse del D.M. 9 gennaio 1996 emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

Le opere murarie interessate dai descritti tiranti di ancoraggio saranno costruite in precedenza, o potranno venir eseguite mano a mano che i tiranti si realizzano; le relative modalità esecutive così come quelle per la loro misurazione e valutazione sono riportate nei rispettivi articoli.

## **ART. 9** **PARATIE SUBALVEE**

Le paratie subalvee a difesa delle fondazioni potranno essere ottenute con palificate a contatto, o in cemento armato o con altro sistema approvato dalla Direzione dei Lavori e comunque devono rispondere alle prescrizioni del D.M. 11.3.1988 (S.O. alla G.U. n.127 del 1.6.1988)

Sarà cura dell'Impresa presentare in tempo utile alla stessa Direzione dei Lavori i disegni costruttivi e precisare le modalità di esecuzione, la natura e le caratteristiche dei materiali che verranno impiegati.

### **Ture provvisorie**

Nella esecuzione degli scavi di fondazione verranno disposte, ad esclusivo giudizio della Direzione dei Lavori, delle ture provvisorie, a contorno e difesa degli scavi stessi e a completa tenuta d'acqua.

Saranno costruite con accorgimenti e modalità tali che, oltre ad avere una sufficiente robustezza per resistere alla pressione delle terre, non lascino filtrare acqua attraverso le pareti.

Potranno essere impiegate, come ture provvisorie, palancolate tipo Larssen che, per quanto riguarda il profilo, il peso e la lunghezza del tipo, siano state approvate dalla Direzione dei Lavori.

Le ture provvisorie saranno contabilizzate e compensate soltanto quando la Direzione dei Lavori medesima ne avrà ordinata l'esecuzione, a seguito di riconosciuta necessità durante il corso dei lavori.

## **ART. 10** **DIAFRAMMI A PARETE CONTINUA**

I diaframmi a parete continua sono costituiti da una serie di pannelli in calcestruzzo semplice o armato gettati in opera, collegati tra di loro mediante incastri di vario genere, per la difesa di fondazioni di opere preesistenti o da costruire, per pareti di contenimento, per difese fluviali e traverse in alveo o per elementi portanti e comunque devono rispondere alle prescrizioni del D.M.11.3.1988 (S.O alla G.U. n.127 dell'1.6.1988).

Lo scavo sarà eseguito mediante l'uso di fanghi bentonitici, salvo diverso avviso della Direzione Lavori, e con l'impiego di mezzi atti a realizzare il taglio graduale del terreno e la raccolta del materiale di risulta senza provocarne la caduta nello scavo stesso.

Il conglomerato cementizio con **Rck** maggiore o uguale a 25 N/mm<sup>2</sup> dovrà essere confezionato con idonei inerti di appropriata granulometria previamente approvata dalla Direzione Lavori e dovrà risultare di classe non inferiore a 250.

Per quanto concerne i controlli e le prove del calcestruzzo si richiama espressamente quanto stabilito all'art. "Conglomerati cementizi semplici ed armati".

I getti, da effettuarsi singolarmente per ogni pannello, saranno eseguiti esclusivamente con l'impiego di benne a scarico di fondo o di tubazione immersa la cui estremità inferiore, durante il getto, dovrà essere mantenuta a quota inferiore di almeno 2 metri rispetto al livello raggiunto dal calcestruzzo.

Ove siano previste armature metalliche, queste dovranno essere realizzate in conformità delle indicazioni di progetto e rispondere alle prescrizioni dell'articolo: "Acciaio per c.a. e c.a.p."

Il numero e le dimensioni dei singoli pannelli, come pure l'ordine di realizzazione degli stessi, potranno essere fissati o variati a giudizio della Direzione Lavori, senza che per ciò l'Impresa abbia diritto ad alcun speciale compenso.

Nel caso che, durante la 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 della Impresa adottare a sua cura e spese i provvedimenti che saranno ritenuti necessari a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

Per ciò che attiene alla confezione dei fanghi bentonitici, modalità d'impiego, prove di controllo, ecc. si rimanda a quanto prescritto dall'art. "Fanghi bentonitici".

## **ART. 11** **FANGHI BENTONITICI**

I fanghi bentonitici da impiegare nello scavo di palificate, di trincee, o per l'esecuzione di paratie e di muri, o comunque per il sostegno delle pareti di un cavo, dovranno essere costituiti da una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, ed acqua, di norma nella proporzione di 8÷17 kg di bentonite asciutta per 100 litri d'acqua, salva la facoltà della Direzione dei Lavori di ordinare dosature diverse. Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% del peso della bentonite asciutta.

La miscela sarà eseguita in impianti automatici con mescolatore ad alta turbolenza e dosatore a peso dei componenti.

Circa le caratteristiche della miscela si precisa che questa dovrà avere una gelimetria, a temperatura zero, non superiore a 15 cm e non inferiore a 5 cm di affondamento, ed un peso specifico, misurato alla vasca di accumulo, compreso fra 1,05 e 1,10 t/m<sup>3</sup>.

L'Impresa dovrà disporre in cantiere di una adeguata attrezzatura di laboratorio per il controllo del peso specifico della miscela; mentre per la constatazione delle predette caratteristiche di gelimetria, nonché dei valori del rigonfiamento della bentonite, del pH, della decantazione e della viscosità della miscela, si ricorrerà al Laboratorio ufficiale.

## **ART. 12** **FONDAZIONI A POZZO**

Dove particolari esigenze impongano il raggiungimento di strati consistenti a notevole profondità per la fondazione di manufatti, o di opere a difesa della sede stradale, con l'attraversamento di terreni in frana o comunque di scarsa stabilità, è previsto l'impiego di pozzi, a pianta circolare od ellittica ed eventualmente anche poligonale, eseguiti per sottomurazione.

Lo scavo in pozzo a cielo aperto verrà realizzato a tratti, per profondità variabili, volta a volta, da 0,50 a 2,00 m. Eseguito il primo tratto di scavo, per il diametro ordinato, a partire dal piano di sbancamento, verrà costruito contro le pareti dello scavo, appiombate, un anello di calcestruzzo semplice oppure armato dello spessore variabile in funzione del diametro del pozzo e determinato dalla Direzione dei Lavori. Lo scavo proseguirà verso il basso per un altro tratto, della profondità come sopra variabile da 0,50 a 2,00 m, e verrà costruito il secondo anello, per sottomurazione rispetto al primo, con calcestruzzo del medesimo tipo e dello stesso spessore.

E così fino a raggiungere la profondità fissata dalla Direzione dei Lavori.

Effettuato lo scavo, e raggiunta una profondità prossima al piano sul quale la Direzione dei Lavori stabilirà di posare le fondazioni dell'opera, la costruzione degli anelli verrà arrestata ad una quota di 0,50 - 1,50 m al di sopra di detto piano, e lo scavo verrà scampanato, dove occorra anche a campioni. Sul predetto piano di posa della fondazione, si raggiungerà tutto in giro una sporgenza di cm 50 rispetto alla superficie contro terra del pozzo e quindi una dimensione che risulti in ogni punto maggiore di m 1,00 rispetto alla sezione orizzontale risultante dalla somma di quella netta del pozzo più i due spessori del rivestimento. In quest'ultimo tratto scampanato non verranno eseguiti anelli in calcestruzzo.

## **ART. 13** **FONDAZIONI CON CASSONI**

### **A) NORME GENERALI**

Per le fondazioni con cassoni si applicheranno le norme contenute nel D.M. 11.3.1988 (S.O. alla G.U. n.127 dell'1.6.1988). L'Impresa si atterrà alle norme del D.P.R. n. 321 del 20 marzo 1956, "Norme per la Prevenzione degli Infortuni e l'Igiene del Lavoro nei Cassoni ad Aria Compressa".

I lavori verranno eseguiti sotto la sorveglianza di un capo squadra di provata capacità e di un suo sostituto sempre presente.

L'entrata e l'uscita dai cassoni verranno regolate da un guardiano esperto, il quale non lascerà il suo posto finché tutte le persone non siano uscite dalla campana.

La Direzione dei Lavori si riserva di verificare le campane, le calate, le condotte ed i serbatoi, mediante prova con aria, oppure con acqua, a pressione 1,5 volte maggiore di quella di esercizio e comunque non inferiore a 0,3 N/mm<sup>2</sup>.

### **B) MODALITA' DI SCAVO E DI AFFONDAMENTO**

L'Impresa sarà responsabile del buon funzionamento degli apparecchi di compressione e condotta dell'aria, della loro stabilità e di quella di tutti i mezzi d'opera ausiliari.

Le difficoltà che potessero incontrarsi nell'affondamento dovranno essere superate a cura e spese dell'Impresa, tempestivamente; restano od intero carico di essa i danni che, per qualsiasi causa, avessero a subire i cassoni, e le attrezzature e mezzi d'opera ad esso connesse.

La profondità da raggiungere, presunta in progetto, potrà essere modificata anche in corso di lavoro, a giudizio esclusivo ed insindacabile della Direzione dei Lavori, in funzione delle formazioni geologiche incontrate nello scavo, oppure di altre circostanze che venissero in luce.

L'affondamento del cassone va realizzato con regolarità, evitando scossoni od obliquamenti, mediante il peso dello stesso. I cassoni cellulari, o comunque alleggeriti, potranno essere zavorrati con materiali che verranno rimossi integralmente, a cura e spese dell'Impresa, ad affondamento ultimato. Eventuali deviazioni o deformazioni andranno riparate con i criteri che fisserà la Direzione dei Lavori, a cura e spese dell'Impresa.

### **C) RIEMPIMENTO E MURATURE**

Raggiunto l'affondamento prescritto verrà spianato il fondo dello scavo ed avrà inizio il riempimento della camera di lavoro, da realizzare con calcestruzzo di cemento avente basso rapporto acqua/cemento, a strati orizzontali spessi non più di cm 30, vibrato con cura fino a riempire tutti i vuoti, particolarmente contro le pareti.

La pressione dell'aria nell'interno del cassone, durante il riempimento, va tenuta ad un livello tale che l'acqua non penetri nel calcestruzzo.

La Direzione dei Lavori si riserva di prescrivere cautele e provvedimenti a suo giudizio necessari per assicurare l'incassatura del calcestruzzo contro il soffitto della camera di lavoro, nonché ogni opera che eviti cedimenti del soffitto stesso, e garantisca che non rimangano vani nel masso di fondazione.

Le calate vanno riempite anch'esse con calcestruzzo.

L'Impresa provvederà a tutto quanto necessario perchè la Direzione dei Lavori ed il personale addetto ad esso possano accedere in ogni tempo alla camera di lavoro; l'accertamento dell'idoneità fisica ad accedere nei cassoni del Direttore dei Lavori e del suo personale di aiuto, ed eventualmente del Collaudatore, sarà a cura e spese dell'Amministrazione.

Qualora debbano essere costruiti più cassoni affiancati l'Impresa adotterà ogni accorgimento perchè le pareti affacciate aderiscano quanto meglio possibile l'una all'altra, eventualmente anche a mezzo iniezioni di cemento.

## **ART. 14** **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 m<sup>3</sup> di sabbia e passate al setaccio ad evitare che i giunti tra i mattoni siano troppo ampi; le malte per muratura di pietrame saranno dosate con Kg. 350 di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia; quelle per intonaci, con Kg. 400 di cemento per m<sup>3</sup> 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.

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni fatte salve le indicazioni della D.L.:

### 1. Malta comune:

Calca comune in pasta	mc	0,45
Sabbia	mc	0,90

### 2. Malta semidraulica di pozzolana:

Calce comune in pasta	mc	0,45
Sabbia	mc	0,45
Pozzolana	mc	0,45

### 3. Malta idraulica:

Calce idraulica		ql
Sabbia	mc	0,90

### 4. Malta idraulica di pozzolana:

Calce comune in pasta	mc	0,45
Pozzolana	mc	0,90

### 5. Malta cementizia:

Agglomerato cementizio a lenta presa		ql
Sabbia	mc	1,00

### 6. Malta cementizia (per intonaci):

Agglomerante cementizio a lenta presa		ql
Sabbia	mc	1,00

Quando la Direzione dei Lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'impresa sarà obbligata ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, in base alle nuove proporzioni previste.

I materiali, le malte ed, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla Direzione e che l'impresa sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione.

La calce spenta in pasta non dovrà essere misurata in fette come viene estratta con badile dal calcinaio, ma bensì dopo essere stata rimescolata e ricondotta ad una pasta omogenea consistente e bene unita.

L'impasto dei materiali dovrà essere fatta a braccio d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.

Gli ingredienti componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Nella composizione di calcestruzzi con malte di calce comune od idraulica; si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta per tutta la superficie.

## **ART. 15**

### **CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI**

#### **(Normali e precompressi)**

#### **A) GENERALITA'**

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad eventuali ulteriori verifiche di stabilità e strutturali di tutte le opere incluse nell'appalto, che vengono richieste dalla D.L. elaborandone, se richiesto, ulteriori particolari esecutivi e costruttivi nei termini di tempo indicati dalla Direzione dei Lavori.

Per la determinazione della portanza dei terreni e per la conseguente verifica delle opere di fondazione, l'Impresa provvederà a sua cura e spese all'esecuzione di ulteriori sondaggi se richiesti dalla D.L. e di ulteriori appropriate indagini geonostiche secondo le norme di cui al D.M. 11.3.1988.

Le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di legge e le norme emanate in materia. In particolare 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. LL.PP.09/01/1996 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche"
- della legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" (G.U. n. 76 del 21.03.1974) e s.m.i.;
- del D.M. 19.06.1984, n. 24771 "Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 208 del 30.07.1984);
- del D.M. 29.01.1985 "Norme Tecniche - di rettifica - relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 26 del 31.01.1985);
- del Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 24.01.1986 "Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 108 del 12.05.1986) e relative istruzioni emanate con Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 27690 del 19.07.1986 (Circolare A.N.A.S. n. 55/1986);
- del D.M. 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione, la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" (G.U. n. 24 del 29.01.1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 34233 del 25.02.1991 (Circolare A.N.A.S. n. 28/1991 del 18.06.1991).

Gli elaborati di progetto, firmati dal progettista e dall'Impresa, dovranno indicare i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare e dovranno essere approvati dalla Direzione dei Lavori.

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:

- a) eventuali ulteriori calcoli statici di strutture ed i disegni di progetto costruttivo (comprensivi delle linee di influenza delle deformazioni elastiche) richiesti dalla D.L. che, come innanzi specificato, comunque per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione dei Lavori, per poi allegarli alla contabilità finale;
- b) 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.

Tale studio da eseguire presso un Laboratorio ufficiale, dovrà indicare anche natura, provenienza e qualità degli inerti, granulometria degli stessi, tipo e dosaggio di cemento, rapporto acqua-cemento, tipo e dosaggio di eventuali additivi, tipo di impianto di confezionamento, valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, valutazione della lavorabilità del calcestruzzo, sistemi di trasporto, getto e maturazione.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio del getto dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Impresa i certificati dello studio preliminare di cui al punto b) rilasciati dai Laboratori ufficiali suddetti ed aver effettuato agli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio, come indicato dall'Art. "Prove dei materiali".

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 ed essa derivanti per legge e per pattuizione di contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, essa Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

L'Impresa sarà tenuta inoltre a presentare all'esame della Direzione dei Lavori i progetti delle opere provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

## **B) COMPONENTI**

**Cemento** - Il cemento impiegato per la confezione dei conglomerati cementizi deve corrispondere ai requisiti prescritti dalle leggi vigenti richiamati al comma b) del precedente Art. "Qualità e provenienza dei materiali".

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 miscelazione fra tipi diversi.

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzia di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura. Pertanto all'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto, i cui requisiti chimici e fisici corrispondano alle norme di accettazione di cui all'art. "Qualità e provenienza dei materiali". Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la Direzione dei Lavori possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte, ma non si esimerà l'Impresa dal far controllare periodicamente, anche senza la richiesta della Direzione dei Lavori, le qualità del cemento presso un Laboratorio Ufficiale per prove di materiali.

Le prove dovranno essere ripetute su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle qualità del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

**Inerti** - Dovranno corrispondere alle caratteristiche già specificate all'Art. "Qualità e provenienza dei materiali"; inoltre non dovranno essere scistosi o silicomagnesiaci.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie contenenti una percentuale superiore al 15% in peso di elementi piatti o allungati la cui lunghezza sia maggiore di 5 volte lo spessore medio.

Le miscele di inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, dovranno dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con il minimo dosaggio di cemento, compatibilmente con gli altri requisiti.

Particolare attenzione sarà rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno del bleeding (essudazione) nel calcestruzzo.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al setaccio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15%, e frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima dei grani dell'inerte deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della lavorabilità dell'impasto, dell'armatura metallica e relativo copriferro, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e di messa in opera.

**Acqua** - Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate all'Art. "Qualità e provenienza dei materiali".

L'acqua dovrà essere aggiunta nella minore quantità possibile in relazione alla prescritta resistenza ed al grado di lavorabilità del calcestruzzo, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti, in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

**Additivi** - La Direzione Lavori deciderà a suo insindacabile giudizio se gli additivi proposti dall'Impresa potranno o no essere usati, in base alle conoscenze disponibili da precedenti lavori o sperimentazioni. Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire certificati di prove di Laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare.

### **C) CONTROLLI DI ACCETTAZIONE 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 le relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste dall'Allegato 2 delle Norme Tecniche del D.M 09/01/1996.

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 sarà utilizzato, all'occorrenza, nel caso si rendesse necessario eseguire altre prove.

Tutti gli oneri relativi alle prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'Impresa.

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica (**R<sub>ck</sub>**) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dal Direttore dei Lavori, questi 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<sub>ck</sub>** inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione Lavori, 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<sub>ck</sub>** 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<sub>ck</sub>** 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<sub>ck</sub>** risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni approvati dalla Direzione Lavori.

Oltre ai controlli relativi alla **R<sub>ck</sub>** la Direzione dei Lavori preleverà, con le modalità indicate nel punto 2.3. delle Norme UNI 6126-72 e con le frequenze di cui all'allegato 2 del D.M. 9 gennaio 1996 campioni di materiali e di conglomerati per effettuare ulteriori controlli, quali:

- a) quelli relativi alla consistenza con la prova del cono eseguita secondo le modalità riportate nell'appendice E delle norme UNI 7163-79;
- b) quelli relativi al dosaggio del cemento da eseguire su calcestruzzo fresco in base a quanto stabilito nelle norme UNI 6393-72 e 6394-69 (poichè di regola tale determinazione deve essere eseguita entro 30 minuti dall'impasto, occorre attenzione particolare nella scelta del luogo di esecuzione).

In particolare, in corso di lavorazione, sarà altresì controllata l'omogeneità, il contenuto d'aria ed il rapporto acqua/cemento. Circa le modalità di esecuzione delle suddette prove, si specifica quanto segue.

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump test), come disposto dalla Norma UNI 7163-79. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 20 cm. Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE'.

La prova di omogeneità è prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato avviene mediante autobetoniera. Essa verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4,76 mm.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre l'abbassamento al cono dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante. Essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395-72. Il rapporto acqua-cemento dovrà essere controllato determinando l'acqua contenuta negli inerti e sommando tale quantità all'acqua di impasto.

In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

La Direzione Lavori si riserva di prelevare campioni di conglomerato cementizio anche da strutture già realizzate e stagionate, oppure di effettuare, sulle opere finite, armate o non, misure di resistenza a compressione, non distruttive, a mezzo sclerometro od altre apparecchiature.

La prova o misura di resistenza a mezzo sclerometro verrà eseguita nel modo seguente:

- 1) 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;
- 2) si determinerà la media aritmetica di tali valori;
- 3) verranno scartati i valori che differiscono dalla media più di 15 centesimi dall'esecuzione totale della scala dello sclerometro;
- 4) 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;
- 5) se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova non sarà ritenuta 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 Direzione Lavori si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente su 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 già realizzate, mediante carotature, tagli con sega a disco, estrazione di grossi blocchi, ecc. (Norme UNI 6132-72).

#### **D) CONFEZIONE**

La confezione dei calcestruzzi 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 inerti, dell'acqua, degli eventuali additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione.

La dosatura effettiva degli inerti 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 dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere di tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I sili 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 precedente paragrafo C).

Per quanto non specificato, vale la norma UNI 7163-79.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogenea, 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).

La lavorabilità non dovrà essere ottenuta con maggior impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo.

Il Direttore dei Lavori potrà consentire l'impiego di aeranti, plastificanti o fluidificanti, anche non previsti negli studi preliminari.



In questi casi, l'uso di areanti 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 calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 0°C salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo, in tal caso, le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

## **TRASPORTO**

Il trasporto dei calcestruzzi 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 calcestruzzo medesimo.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli. Saranno accettate, in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del calcestruzzo alla bocca d'uscita della pompa.

Qualora il trasporto del conglomerato avvenga mediante autobetoniera l'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al precedente paragrafo C).

In ogni caso la lavorabilità dell'impasto verrà controllata con le prove di consistenza al cono di Abrams (slump test) sia all'uscita dall'impianto di betonaggio o dalla bocca dell'autobetoniera, 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.

E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di calcestruzzo non rispondenti ai requisiti prescritti.

## **F) POSA IN OPERA**

Sarà eseguita con ogni cura e 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 di capitolato.

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.

I getti potranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

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 tener registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. Il calcestruzzo 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.

Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate 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 esclusivo giudizio, riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai 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; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte.

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 ottenuti dopo la vibrazione.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto, e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

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, per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che, in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive. Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento. L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

## **G) STAGIONATURA E DISARMO**

A posa ultimata sarà curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo.

Il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Prima del disarmo, tutte le superfici non protette del getto dovranno essere mantenute umide con continua bagnatura e con altri idonei accorgimenti per almeno 7 giorni.

La rimozione delle armature 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 stabilito dalle Norme Tecniche previste dal D.M.09/01/1996.

Subito dopo il disarmo si dovranno mantenere umide le superfici in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato, fino a che non siano trascorsi 7 giorni dal getto.

Dovrà essere controllato 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 Direzione Lavori potrà prescrivere che le murature in 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.

## **H) GIUNTI DI DISCONTINUITA' 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 ed 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 in faccia vista secondo linee rette continue o spezzate.

La larghezza e la conformazione dei giunti saranno stabilite dalla Direzione dei Lavori.

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 al presente 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 butadiene), 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, può essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche 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 di 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.

La formazione di fori è compensata nella voce di Elenco Prezzi, del cls che è comprensiva di tutti gli oneri e forniture per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte e quindi ad esclusivo carico dell'Impresa.

## **I) PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITA', ECC.**

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 sedi di cavi, per attacchi di parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti, eventuali fornelli da mina, ecc..

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 e le ricostruzioni 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.

## **L) MANUFATTI PREFABBRICATI PRODOTTI IN SERIE**

**(in conglomerato normale o precompresso, misti in laterizio e cemento armato, e metallici)  
(D.M. 09 gennaio 1996 - Parte terza)**

La documentazione da depositarsi ai sensi dei punti a),b),c), d) dell'Art.9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086 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 esse 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 e 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.

Ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata, oltre a quanto previsto dal penultimo comma dell'Art.9, 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 precedente 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.

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 vengono espresse le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti di impiego dei manufatti stessi.

In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti prefabbricati potranno essere accettati senza ulteriori esami o controlli.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'Art.6 della legge 5 novembre 1971, n.1086.

## **M) CONGLOMERATI CEMENTIZI PRECONFEZIONATI**

E' ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purchè rispondenti in tutto e per tutto a quanto avanti riportato.

Valgono in proposito le specifiche prescrizioni di cui alla Norma UNI 7163-79 per quanto non in contrasto con le prescrizioni di cui al D.M. 9 gennaio 1996.

Anche per i calcestruzzi preconfezionati si ravvisa la necessità di predisporre ed effettuare i prelievi per le prove di accettazione nei cantieri di utilizzazione all'atto del getto per accertare che la resistenza del conglomerato risulti non inferiore a quella minima di progetto.

La garanzia di qualità dei calcestruzzi preconfezionati potrà essere comprovata a seguito di apposite prove sistematiche effettuate dai Laboratori di cui all'Art. 20 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 e di altri autorizzati con decreto del Ministro dei Lavori Pubblici come previsto dall'articolo citato.

Tuttavia queste prove preliminari o di qualificazione hanno il solo carattere complementare e non possono in nessun caso ritenersi sostitutive delle indispensabili prove di controllo in corso d'opera, i cui certificati dovranno essere allegati alla contabilità finale.

L'Impresa resta l'unica responsabile nei confronti della Stazione appaltante per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere in oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti, ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione.

Ciò vale, in particolare, per i calcestruzzi preconfezionati i quali, in relazione alle modalità ed ai tempi di trasporto in cantiere, possono subire modifiche qualitative anche sensibili.

L'Impresa, inoltre, assume l'obbligo di consentire che il personale della Società Appaltante addetto alla vigilanza e della Direzione dei Lavori abbia libero accesso al luogo di produzione del conglomerato per poter effettuare in contraddittorio con il rappresentante dell'Impresa i prelievi e i controlli dei materiali, previsti nei paragrafi precedenti.

## **N) PRESCRIZIONI PARTICOLARI RELATIVE AI CEMENTI ARMATI ORDINARI**

Si richiama quanto è stato prescritto nella "Generalità" all'articolo relativo ai conglomerati cementizi semplici ed armati circa l'obbligo dell'Impresa di presentare, per il preventivo benessere della Direzione dei Lavori, nel numero di copie che saranno richieste, tutti gli atti integrativi eventualmente richiesti dalla D.L. oltre ai disegni costruttivi delle opere in c.a. e delle centine ed armature di sostegno redatti da un progettista qualificato.

L'esame o verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti costruttivi e dei calcoli presentati, non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, essa Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e con sequenza che avessero a verificarsi.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri, dovranno essere impiegati opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio.

Qualora le opere in cemento armato vengano costruite in prossimità dei litorali marini, si osserveranno le prescrizioni dell'art. 6.1.4. della parte I del D.M. 27.7.1985, nonché quelle indicate nella circolare n. 6804 del 19 novembre 1959 del Servizio Tecnico dell'A.N.A.S., per quanto non in contrasto con il citato D.M. e delle quali si richiamano i seguenti paragrafi:

- a) gli inerti del conglomerato dovranno essere di adatta granulometria continua, tanto che lo strato esterno del conglomerato, rivestente i ferri, risulti impermeabile. Essi dovranno, altresì, essere lavati abbondantemente con acqua dolce in modo che siano asportati completamente i cloruri e i solfati. Per lo stesso motivo l'acqua di impasto dovrà essere limpida e dolce ed esente dalle predette sostanze nocive;
- b) il conglomerato dovrà essere confezionato preferibilmente con cemento pozzolanico, impiegando casseforme a superfici interne lisce e dovrà essere, in ogni caso, vibrato;
- c) subito dopo la sformatura, l'intera superficie esterna della struttura dovrà essere trattata con una boiaccia fluidissima di cemento da somministrare e diffondere uniformemente con un pennello, previo accurato risarcimento con malta ricca di cemento delle superfici alveolari.

L'osservanza delle stesse norme potrà essere ordinata dalla Direzione dei Lavori anche in zone in cui siano presenti acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.).

Dal giornale lavori di 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 tener registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

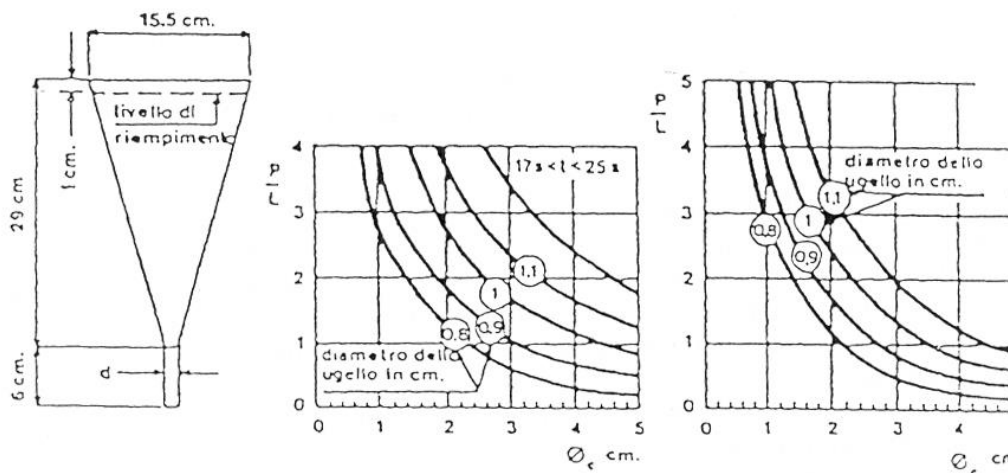
Nei prezzi di appalto, si intendono comprese e compensate tutte le spese per la compilazione degli elaborati costruttivi, quelli delle prove di carico delle strutture e del collaudo statico delle stesse, nonché le spese per le prove dei materiali che verranno impiegati nella costruzione, quelle dei saggi e dei rilievi.

Durante l'esecuzione delle opere la Direzione dei Lavori avrà il diritto di ordinare tutte quelle cautele, limitazioni, prescrizioni di ogni genere, che essa riterrà necessarie nell'interesse della regolarità e sicurezza del transito ed alle quali l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi senza poter accampare pretese di indennità o compensi di qualsiasi natura e specie da quelli stabiliti dalle presenti Norme Tecniche e relativo Elenco Prezzi.

(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 mm. 5 a mm 11.

La fluidità della malta sarà determinata misurando i tempi di scolo di 1000 cm<sup>3</sup> di malta (essendo la capacità totale del cono di 2000 cm<sup>3</sup>, il tempo totale di scolo va diviso per due). La fluidità della malta sarà ritenuta idonea quando il tempo di scolo di 1000 cm<sup>3</sup> di malta sarà compreso tra 13 e 25 minuti secondi. La scelta del diametro dell'ugello dovrà essere fatta sulla base degli abachi in figura, rispettivamente per cavi a fili e a trefoli:



$D_{01}$

$P =$  CONO DI MARSH

A FILI

A TREFOLI

$L =$

$\varnothing_e = (\varnothing G^2 - n \cdot \varnothing f^2)^{1/2}$  [diametro equivalente in funzione della guaina ( $\varnothing G$ ), del diametro dei fili ( $\varnothing f$ ) e del loro numero ( $n$ )].

## O) PRESCRIZIONI PARTICOLARI RELATIVE AI CEMENTI ARMATI PRECOMPRESI

Oltre e richiamare quanto è stato prescritto agli articoli relativi ai conglomerati cementizi ed ai cementi armati ordinari, si dovranno rispettare le norme contenute nel D.M. 9 gennaio 1996.

In particolare nelle strutture in cemento armato precompresso con cavi scorrevoli, l'Impresa dovrà curare l'esatto posizionamento delle guaine, in conformità ai disegni di progetto, mediante l'impiego di opportuni distanziatori e, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto di proteggere i cavi dalla corrosione, curerà che le guaine vengano iniettate con malta di cemento reoplastica, fluida e priva di ritiro.

Tale malta, preferibilmente pronta all'uso, non dovrà contenere cloruri, polvere di alluminio, nè coke, nè altri agenti che provocano espansione mediante formazione di gas.

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge, si precisa quanto segue:

- 1) la fluidità della malta di iniezione dovrà essere misurata con il cono di Marsh all'entrata ed all'uscita di ogni guaina; l'iniezione continuerà finché la fluidità della malta in uscita non sarà uguale a quella della malta in entrata;

Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cm<sup>3</sup>,  $\varnothing$  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.

- 2) prima di essere immessa nella pompa la malta dovrà essere vagliata con setaccio a maglia di mm 2 di lato;
- 3) l'essudazione (2) non dovrà essere superiore al 2% del volume;

(2) Misura della essudazione della malta. Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cm<sup>3</sup>,  $\varnothing$  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.

- 4) l'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità (4.000÷5000 giri/min. con velocità tangenziale minima di 14 m/sec). E' proibito l'impasto a mano;
- 5) il tempo di inizio presa non dovrà essere inferiore a 3 ore;

6) è tassativamente prescritta la disposizione di tubi di sfiato in corrispondenza a tutti i punti più elevati di ciascun cavo, comprese le trombette ed i cavi terminali.

Egualemente dovranno essere disposti tubi di sfiato nei punti più bassi dei cavi lunghi o con forte dislivello.

## **P) STRUTTURE PREFABBRICATE DI CALCESTRUZZO ARMATO E PRECOMPRESSO**

### ***1 - Con struttura prefabbricata si intende una struttura realizzata mediante l'associazione, e/o il completamento in opera, di più elementi costruiti in stabilimento o a piè d'opera.***

La progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme contenute nel Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici del 3 dicembre 1987, nonché nella circolare 16 marzo 1989 n. 31104, nel D.M. 9 gennaio 1996 e ogni altra disposizione in materia.

I manufatti prefabbricati utilizzati e montati dall'Impresa costruttrice dovranno appartenere ad una delle due categorie di produzione previste dal citato Decreto e precisamente: in serie "dichiarata" o in serie "controllata".

### ***2 - Posa in opera.***

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati si devono adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti concentrazioni di sforzo.

I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle di esecuzione della unione.

Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa se lasciati definitivamente in sito non devono alterare il corretto funzionamento dell'unione realizzata e comunque generare concentrazioni di sforzo.

### ***3 - Unioni e giunti.***

Per "unioni" si intendono collegamenti tra parti strutturali atti alla trasmissione di sollecitazioni.

Per "giunti" si intendono spazi tra parti strutturali atti a consentire ad essi spostamenti mutui senza trasmissione di sollecitazioni.

I materiali impiegati con funzione strutturale nelle unioni devono avere, di regola, una durabilità, resistenza al fuoco e protezione, almeno uguale a quella degli elementi da collegare. Ove queste condizioni non fossero rispettate, i limiti dell'intera struttura vanno definiti con riguardo all'elemento significativo più debole.

I giunti aventi superfici affacciate, devono garantire un adeguato distanziamento delle superfici medesime per consentire i movimenti prevedibili.

Il Direttore dei lavori dovrà verificare che eventuali opere di finitura non pregiudichino il libero funzionamento del giunto.

### ***4 - Appoggi.***

Gli appoggi devono essere tali da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio di appoggio e del sostegno, tenendo conto delle variazioni termiche, della deformabilità delle strutture e dei fenomeni lenti. Per elementi di solaio o simili deve essere garantita una profondità dell'appoggio, a posa avvenuta, non inferiore a 3 cm, se è prevista in opera la formazione della continuità della unione, e non inferiore a 5 cm se definitivo. Per appoggi discontinui (nervature, denti) i valori precedenti vanno raddoppiati.

Per le travi, la profondità minima dell'appoggio definitivo deve essere non inferiore a  $(8 + l/300)$  cm, essendo "l" la luce netta della trave in centimetri.

In zona sismica non sono consentiti appoggi nei quali la trasmissione di forze orizzontali sia affidata al solo attrito.

Appoggi di questo tipo sono consentiti ove non venga messa in conto la capacità di trasmettere azioni orizzontali; l'appoggio deve consentire spostamenti relativi secondo quanto previsto dalle norme sismiche.

### ***5 - Montaggio.***

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche, i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre, nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso. La velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche di urto.

Gli elementi vanno posizionati come e dove indicato in progetto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

L'elemento può essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità.

L'elemento deve essere stabile di fronte all'azione del:

- peso proprio;
- vento;
- azioni di successive operazioni di montaggio;
- azioni orizzontali convenzionali.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera deve essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi

Deve essere previsto nel progetto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme.

La corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze) sarà verificata dalla Direzione dei lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

## **6 - Accettazione.**

Tutte le forniture di componenti strutturali prodotti in serie controllata possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali, né prove di carico dei componenti isolati, se accompagnati da un certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione e attestante che gli elementi sono stati prodotti in serie controllata e recante in allegato copia del relativo estratto del registro di produzione e degli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale. Per i componenti strutturali prodotti in serie dichiarata si deve verificare che esista una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

## **Q) SOLAI**

### **1 - Generalità.**

Le coperture degli ambienti e dei vani e le suddivisioni orizzontali tra gli stessi potranno essere eseguite a seconda delle indicazioni di progetto, con solai di uno dei tipi descritti negli articoli successivi.

I solai di partizione orizzontale (interpiano) e quelli di copertura dovranno essere previsti per sopportare, a seconda della destinazione prevista per i locali relativi, i carichi comprensivi degli effetti dinamici ordinari, previsti ai punti 5 e 6 dell'allegato al D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

### **2 - Solai su travi e travetti di legno.**

Le travi principali di legno avranno le dimensioni e le distanze che saranno indicate in relazione alla luce ed al sovraccarico.

I travetti (secondari) saranno collocati alla distanza, fra asse e asse, corrispondente alla lunghezza delle tavole che devono essere collocate su di essi e sull'estradosso delle tavole deve essere disteso uno strato di calcestruzzo magro di calce idraulica formato con ghiaietto fino o altro materiale inerte.

### **3 - Solai su travi di ferro a doppio T (putrelle) con voltine di mattoni (pieni o forati) o con elementi laterizi interposti.**

Questi solai saranno composti dalle travi, dai copriferri, dalle voltine di mattoni (pieni o forati) o dai tavelloni o dalle volterrane ed infine dal riempimento.

Le travi saranno delle dimensioni previste nel progetto o collocate alla distanza prescritta; in ogni caso tale distanza non sarà superiore ad 1 m. Prima del loro collocamento in opera dovranno essere protette con trattamento anticorrosivo e forate per l'applicazione delle chiavi, dei tiranti e dei tondini di armatura delle piattabande.

Le chiavi saranno applicate agli estremi delle travi alternativamente (e cioè una con le chiavi e la successiva senza), ed i tiranti trasversali, per le travi lunghe più di 5 m, a distanza non maggiore di 2,50 m.

Le voltine di mattoni pieni o forati saranno eseguite ad una testa in malta comune od in foglio con malta di cemento a rapida presa, con una freccia variabile fra cinque e dieci centimetri.

Quando la freccia è superiore ai 5 cm dovranno intercalarsi fra i mattoni delle voltine delle grappe di ferro per meglio assicurare l'aderenza della malta di riempimento dell'intradosso.

I tavelloni e le volterrane saranno appoggiati alle travi con l'interposizione di copriferri.

Le voltine di mattoni, le volterrane ed i tavelloni, saranno poi ricoperti sino all'altezza dell'ala superiore della trave e dell'estradosso delle voltine e volterrane, se più alto, con scoria leggera di fornace o pietra pomice o altri inerti leggeri impastati con malta magra fino ad intasamento completo.

Quando la faccia inferiore dei tavelloni o volterrane debba essere intonacata sarà opportuno applicarvi preventivamente uno strato di malta cementizia ad evitare eventuali distacchi dall'intonaco stesso.

#### **4 - Solai di cemento armato o misti: generalità e classificazione.**

Nei successivi punti sono trattati i solai realizzati esclusivamente in calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso o misti in calcestruzzo armato precompresso e blocchi in laterizio od in altri materiali.

Vengono considerati sia i solai eseguiti in opera che quelli formati dall'associazione di elementi prefabbricati.

Per tutti i solai valgono le prescrizioni già date per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso, ed in particolare valgono le prescrizioni contenute nel D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in calcestruzzo armato normale e precompresso ed a struttura metallica".

I solai di calcestruzzo armato o misti sono così classificati:

- 1) solai con getto pieno: di calcestruzzo armato o di calcestruzzo armato precompresso;
- 2) solai misti di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso e blocchi interposti di alleggerimento collaboranti e non, di laterizio od altro materiale;
- 3) solai realizzati dall'associazione di elementi di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso prefabbricati con unioni e/o getti di completamento.

Per i solai del tipo 1) valgono integralmente le prescrizioni del precedente articolo 35, i solai del tipo 2) e 3) sono soggetti anche alle norme complementari riportate nei successivi punti.

4.1 - Solai misti di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso e blocchi forati di laterizio.

a) I solai misti di cemento armato normale o precompresso e blocchi forati di laterizio si distinguono nelle seguenti categorie:

- 1) solai con blocchi aventi funzione principale di alleggerimento;
- 2) solai con blocchi aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato.

I blocchi di cui al punto 2), devono essere conformati in modo che, nel solaio in opera sia assicurata con continuità la trasmissione degli sforzi dall'uno all'altro elemento.

Nel caso si richieda al laterizio il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali, si devono usare elementi monoblocco disposti in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nervatura di conglomerato, i giunti risultino sfalsati tra loro. In ogni caso, ove sia prevista una soletta di conglomerato staticamente integrativa di altra di laterizio, quest'ultima deve avere forma e finitura tali da assicurare la solidarietà ai fini della trasmissione degli sforzi tangenziali.

Per entrambe le categorie il profilo dei blocchi delimitante la nervatura di conglomerato da gettarsi in opera non deve presentare risvolti che ostacolino il deflusso di calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse.

La larghezza minima delle nervature di calcestruzzo per solai con nervature gettate o completate in opera non deve essere minore di 1/8 dell'interasse e comunque non inferiore a 8 cm.

Nel caso di produzione di serie in stabilimento di pannelli di solaio compIeti, il limite minimo predetto potrà scendere a 5 cm.

L'interasse delle nervature non deve in ogni caso essere maggiore di 15 volte lo spessore medio della soletta. Il blocco interposto deve avere dimensione massima inferiore a 52 cm.

b) Caratteristiche dei blocchi.

1) Spessore delle pareti e dei setti dei blocchi.

Lo spessore delle pareti orizzontali compresse non deve essere minore di 8 mm, quello delle pareti perimetrali non minore di 8 mm, quello dei setti non minore di 7 mm.

Tutte le intersezioni dovranno essere raccordate con raggio di curvatura, al netto delle tolleranze, maggiore di 3 mm.

Si devono adottare forme semplici, caratterizzate da setti rettilinei ed allineati, particolarmente in direzione orizzontale, con setti con rapporto spessore lunghezza il più possibile uniforme.

Il rapporto fra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione del blocco non deve risultare superiore a  $0,670 \div 625 h$ , ove  $h$  è l'altezza del blocco in metri.

2) Caratteristiche fisico-meccaniche;

La resistenza caratteristica a compressione, riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature deve risultare non minore di:

- 30 N/mm<sup>2</sup> nella direzione dei fori;
- 15 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori; per i blocchi di cui alla categoria a2).

e di:

- 15 N/mm<sup>2</sup> nella direzione dei fori;



- 5 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori; per i blocchi di cui alla categoria a1).  
La resistenza caratteristica a trazione per flessione dovrà essere non minore di:  
- 10 N/mm<sup>2</sup> per i blocchi di tipo a2);  
e di:

- 7 N/mm<sup>2</sup> per i blocchi di tipo a1).

Speciale cura deve essere rivolta al controllo dell'integrità dei blocchi con particolare riferimento alla eventuale presenza di fessurazioni.

c) Spessore minimo dei solai.

Lo spessore dei solai a portanza unidirezionale che non siano di semplice copertura non deve essere minore di 1/25 della luce di calcolo ed in nessun caso minore di 12 cm. Per i solai costituiti da travetti precompressi e blocchi interposti il predetto limite può scendere ad 1/30.

Le deformazioni devono risultare compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati.

d) Spessore minimo della soletta.

Nei solai del tipo a1) lo spessore minimo del calcestruzzo della soletta di conglomerato non deve essere minore di 4 cm.

Nei solai del tipo a2), può essere omessa la soletta di calcestruzzo e la zona rinforzata di laterizio, per altro sempre rasata con calcestruzzo, può essere considerata collaborante e deve soddisfare i seguenti requisiti:

- possedere spessore non minore di 1/5 dell'altezza, per solai con altezza fino a 25 cm, non minore di 5 cm per solai con altezza maggiore;
- avere area effettiva dei setti e delle pareti, misurata in qualunque sezione normale alla direzione dello sforzo di compressione, non minore del 50 % della superficie lorda.

e) Protezione delle armature.

Nei solai, la cui armatura è collocata entro scanalature, qualunque superficie metallica deve risultare conformata in ogni direzione da uno spessore minimo di 5 mm di malta cementizia

Per armatura collocata entro nervatura, le dimensioni di questa devono essere tali da consentire il rispetto dei seguenti limiti,

- distanza netta tra armatura e blocco 8 mm;
- distanza netta tra armatura ed armatura 10 mm.

Per quanto attiene la distribuzione delle armature trasversali, longitudinali, per taglio, si fa riferimento alle citate norme contenute nel D.M. del 9 gennaio 1996.

In fase di esecuzione, prima di procedere ai getti, i laterizi devono essere convenientemente bagnati.

Gli elementi con rilevanti difetti di origine o danneggiati durante la movimentazione dovranno essere eliminati.

f) Conglomerati per i getti in opera.

Si dovrà studiare la composizione del getto in modo da evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite.

Il diametro massimo degli inerti impiegati non dovrà superare 1/5 dello spessore minimo delle nervature né la distanza netta minima tra le armature.

Il getto deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con eventuali altri elementi prefabbricati.

4.2 - Solai prefabbricati.

Tutti gli elementi prefabbricati di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso destinati alla formazione di solai privi di armatura resistente al taglio o con spessori, anche locali, inferiori ai 4 cm, devono essere prodotti in serie controllata. Tale prescrizione è obbligatoria anche per tutti gli elementi realizzati con calcestruzzo di inerte leggero o calcestruzzo speciale.

Per gli orizzontamenti in zona sismica, gli elementi prefabbricati devono avere almeno un vincolo che sia in grado di trasmettere le forze orizzontali a prescindere dalle resistenze di attrito. Non sono comunque ammessi vincoli a comportamento fragile.

Quando si assuma l'ipotesi di comportamento a diaframma dell'intero orizzontamento, gli elementi dovranno essere adeguatamente collegati tra di loro e con le travi o i cordoli di testata laterali.

4.3 - Solai misti di calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso e blocchi diversi dal laterizio.

a) Classificazioni.

I blocchi con funzione principale di alleggerimento, possono essere realizzati anche con materiale diversi dal laterizio (calcestruzzo leggero di argilla espansa, calcestruzzo normale sagomato, materie plastiche, elementi organici mineralizzati, ecc.).

Il materiale dei blocchi deve essere stabile dimensionalmente.

Ai fini statici si distinguono due categorie di blocchi per solai:

a1) blocchi collaboranti;

a2) blocchi non collaboranti.

- Blocchi collaboranti.

Devono avere modulo elastico superiore a 8 kN/mm<sup>2</sup> ed inferiore a 25 kN/mm<sup>2</sup>.

Devono essere totalmente compatibili con il conglomerato con cui collaborano sulla base di dati e caratteristiche dichiarate dal produttore e verificate dalla Direzione dei lavori. Devono soddisfare a tutte le caratteristiche fissate per i blocchi di laterizio della categoria a2).

- Blocchi non collaboranti.

Devono avere modulo elastico inferiore ad 8 kN/mm<sup>2</sup> e svolgere funzioni di solo alleggerimento.

Solai con blocchi non collaboranti richiedono necessariamente una soletta di ripartizione, dello spessore minimo di 4 cm, armata opportunamente e dimensionata per la flessione trasversale. Il profilo e le dimensioni dei blocchi devono essere tali da soddisfare le prescrizioni dimensionali imposte per i blocchi di laterizio non collaboranti.

b) Spessori minimi.

Per tutti i solai, così come per i componenti collaboranti, lo spessore delle singole parti di calcestruzzo contenenti armature di acciaio non potrà essere minore di 4 cm.

4.4 - Solai realizzati con l'associazione di elementi di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso prefabbricati.

Oltre le prescrizioni indicate nei punti precedenti, in quanto applicabili, sono da tenere presenti le seguenti prescrizioni.

a) L'altezza minima non può essere minore di 8 cm.

Nel caso di solaio vincolato in semplice appoggio monodirezionale, il rapporto tra luce di calcolo del solaio e spessore del solaio stesso non deve essere superiore a 25.

Per solai costituiti da pannelli piani, pieni od alleggeriti, prefabbricati precompressi (tipo 3) senza soletta integrativa, in deroga alla precedente limitazione, il rapporto sopra indicato può essere portato a 35.

Per i solai continui, in relazione al grado di incastro o di continuità realizzato agli estremi, tali rapporti possono essere incrementati fino ad un massimo del 20 %.

E' ammessa deroga alle prescrizioni di cui sopra qualora i calcoli condotti con riferimento al reale comportamento della struttura (messa in conto dei comportamenti non lineari, fessurazione, affidabili modelli di previsione viscosa, ecc.) anche eventualmente integrati da idonee sperimentazioni su prototipi, non superino i limiti indicati nel D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996.

Le deformazioni devono risultare in ogni caso compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati.

b) Solai alveolari.

Per i solai alveolari, per elementi privi di armatura passiva d'appoggio, il getto integrativo deve estendersi all'interno degli alveoli interessati dalla armatura aggiuntiva per un tratto almeno pari alla lunghezza di trasferimento della precompressione.

c) Solai con getto di completamento.

La soletta gettata in opera deve avere uno spessore non inferiore a 4 cm ed essere dotata di una armatura di ripartizione a maglia incrociata.

## R) STRUTTURE IN LEGNO

1 - Le strutture lignee considerate sono quelle che assolvono una funzione di sostenimento e che coinvolgono la sicurezza delle persone, siano esse realizzate in legno massiccio (segato, squadrato o tondo) e/o legno lamellare (incollato) e/o pannelli derivati dal legno, assemblati mediante incollaggio o elementi di collegamento meccanici.

## **2 - Prodotti e componenti.**

### **2.1 - Legno massiccio.**

Il legno dovrà essere classificato secondo la resistenza meccanica e specialmente la resistenza e la rigidità devono avere valori affidabili. I criteri di valutazione dovranno basarsi sull'esame a vista dei difetti del legno e sulla misura non distruttiva di una o più caratteristiche (vedere ad esempio la norma UNI 8198 e suo FA 145-84).

I valori di resistenza e di rigidità devono, ove possibile, essere determinati mediante la norma ISO 8375. Per la prova dovrà essere prelevato un campione rappresentativo ed i provini da sottoporre a prova, ricavati dal campione, dovranno contenere un difetto riduttore di resistenza e determinante per la classificazione. Nelle prove per determinare la resistenza a flessione, il tratto a momento costante deve contenere un difetto riduttore di resistenza e determinante per la classificazione, e la sezione resistente sottoposta a trazione deve essere scelta a caso.

### **2.2 - Legno con giunti a dita.**

Fatta eccezione per l'uso negli elementi strutturali principali, nei quali il cedimento di un singolo giunto potrebbe portare al collasso di parti essenziali della struttura, si può usare legno di conifera con giunti a dita (massa volumica 300 - 400 - 500 kg/m<sup>3</sup>) a condizione che:

- il profilo del giunto a dita e l'impianto di assemblaggio siano idonei a raggiungere la resistenza richiesta;
- i giunti siano eseguiti secondo regole e controlli accettabili (per esempio corrispondenti alla norma raccomandata ECE-1982 "Recommended standard for finger-jointing of coniferous sawn timber" oppure al documento del CEN/TC 124 "Finger jointed structural timber"). Se ogni giunto a dita è cementato sino alla resistenza a trazione caratteristica, è consentito usare il legno con giunti a dita anche nelle membrature principali.

L'idoneità dei giunti a dita di altre specie legnose (cioè non di conifere) deve essere determinata mediante prove (per esempio secondo la BSI 5291 "Finger joints in structural softwoods", integrata quando necessario da prove supplementari per la trazione parallela alla fibratura).

Per l'adesivo si deve ottenere assicurazione da parte del fabbricante circa l'idoneità e la durabilità dell'adesivo stesso per le specie impiegate e le condizioni di esposizione.

### **2.3 - Legno lamellare incollato.**

La fabbricazione ed i materiali devono essere di qualità tale che gli incollaggi mantengano l'integrità e la resistenza richieste per tutta la vita prevista della struttura. Per gli adesivi vale quanto detto nel punto successivo apposito.

Per il controllo della qualità e della costanza della produzione si dovranno eseguire le seguenti prove:

- prova di delaminazione;
- prova di intaglio;
- controllo degli elementi;
- laminati verticalmente;
- controllo delle sezioni giuntate.

### **2.4 - Compensato.**

Il compensato per usi strutturali deve essere prodotto secondo adeguate prescrizioni qualitative in uno stabilimento soggetto ad un costante controllo di qualità e ciascun pannello dovrà di regola portare una stampigliatura indicante la classe di qualità.

Il compensato per usi strutturali dovrà di regola essere del tipo bilanciato e deve essere incollato con un adesivo che soddisfi le esigenze richieste nei casi di esposizione ad alto rischio (vedere punto 39.2.6).

Per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche si potrà fare ricorso alla normativa UNI esistente.

### **2.5 - Altri pannelli derivati dal legno.**

Altri pannelli derivati dal legno (per esempio pannelli di fibre e pannelli di particelle) dovranno essere prodotti secondo adeguate prescrizioni qualitative in uno stabilimento soggetto ad un costante controllo di qualità e ciascun pannello dovrà di regola portare una stampigliatura indicante la classe di qualità.

Per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche si dovrà fare ricorso alla normativa UNI esistente.

### **2.6 - Adesivi.**

Gli adesivi da impiegare per realizzare elementi di legno per usi strutturali devono consentire la realizzazione di incollaggi con caratteristiche di resistenza e durabilità tali che il collegamento si mantenga per tutta la vita della struttura.

Esempi di adesivi idonei sono forniti nel prospetto 1, nel quale sono descritte due categorie di condizioni di esposizione: ad alto rischio ed a basso rischio.

## 2.7 - Elementi di collegamento meccanici.

Per gli elementi di collegamento usati comunemente quali: chiodi, bulloni, perni e viti, la capacità portante caratteristica e la deformazione caratteristica dei collegamenti devono essere determinate sulla base di prove condotte in conformità alla norma ISO 6891. Si deve tenere conto dell'influenza del ritiro per essiccazione dopo la fabbricazione e delle variazioni del contenuto di umidità in esercizio (vedere prospetto 2).

Si presuppone che altri dispositivi di collegamento eventualmente impiegati siano stati provati in maniera corretta completa e comprovata da idonei certificati.

### **Prospetto 1 - Tipi di adesivi idonei**

<b>Categoria d'esposizione: condizione d'esposizione tipiche</b>	<b>Esempi di adesivi</b>
Ad alto rischio.	RF PF PF/RF
- Esposizione diretta alle intemperie, per esempio strutture marine e strutture all'esterno nelle quali l'incollaggio è esposto agli elementi (per tali condizioni di esposizione si sconsiglia l'uso di strutture incollate diverse dal legno lamellare incollato).	
- Edifici con condizioni caldo-umide, dove l'umidità del legno è superiore al 18% e la temperatura degli incollaggi può superare i 50 °C, per esempio lavanderie, piscine e sottotetti non ventilati.	
- Ambienti inquinati chimicamente, per esempio stabilimenti chimici e di tintoria.	
- Muri esterni a parete semplice con rivestimento protettivo.	RF PF PF/RF MF/UF UF
A basso rischio.	
- Strutture esterne protette dal sole e dalla pioggia, coperture di tettoie aperte e porticati.	
- Strutture provvisorie come le casseforme per calcestruzzo.	
- Edifici riscaldati ed aerati nei quali l'umidità del legno non superi il 18% e la temperatura dell'incollaggio rimanga al di sotto di 50 °C, per esempio interni di case, sale di riunione o di spettacolo, chiese ed altri edifici.	

Dove:

RF: Resorcinolo-formaldeide

PF: Fenolo-formaldeide

PF/RF: Fenolo/resorcinolo/formaldeide

MF/UF: Melamina/urea-formaldeide

UF: Urea-formaldeide e UF modificato

### **Prospetto 2 - Protezione anticorrosione minima per le parti in acciaio, descritta secondo le norme ISO 2081.**

<b>Classe di umidità</b>	<b>Trattamento</b>
1	nessuno (1)
2	Fe/Zn 12c
3	Fe/Zn 25c (2)

Classe di umidità 1: questa classe di umidità è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente ad una temperatura di  $20 \pm 2$  °C e ad una umidità relativa nell'aria circostante che supera il 65% soltanto per alcune settimane all'anno.

Nella classe di umidità 1 l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 12 %.

Classe di umidità 2: questa classe di umidità è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente ad una temperatura di  $20 \pm 2$ °C e ad una umidità relativa dell'aria circostante che supera l'80 % soltanto per alcune settimane all'anno.

Nella classe di umidità 2 l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 18 %.

Classe di umidità 3: condizioni climatiche che danno luogo a contenuti di umidità più elevati.

(1) Minimo per le graffe.

(2) In condizioni severe: Fe/Zn 40c o rivestimento di zinco per immersione a caldo.

### **3 - Disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione.**

Le strutture di legno devono essere costruite in modo tale da conformarsi ai principi ed alle considerazioni pratiche che sono alla base della loro progettazione.

I prodotti per le strutture devono essere applicati, usati o installati in modo tale da svolgere in modo adeguato le funzioni per le quali sono stati scelti e dimensionati.

La qualità della fabbricazione, preparazione e messa in opera dei prodotti deve conformarsi alle prescrizioni del progetto e del presente capitolato.

Nota: Le indicazioni esposte qui di seguito sono condizioni necessarie per l'applicabilità delle regole di progetto contenute nelle normative internazionali esistenti ed in particolare le UNI ENV 1995 1-1 e 1-2 (Eurocodice 5).

3.1 - Per i pilastri e per le travi in cui può verificarsi instabilità laterale e per elementi di telai, lo scostamento iniziale dalla rettilinearità (eccentricità) misurato a metà luce, deve essere limitato a 1/450 della lunghezza per elementi lamellari incollati e ad 1/300 della lunghezza per elementi di legno massiccio.

Nella maggior parte dei criteri di classificazione del legname, le norme sulla arcuatura dei pezzi sono inadeguate ai fini della scelta di tali materiali per fini strutturali; si dovrà pertanto far attenzione particolare alla loro rettilinearità.

Non si dovranno impiegare per usi strutturali elementi rovinati, schiacciati o danneggiati in altro modo.

Il legno ed i componenti derivati dal legno, e gli elementi strutturali non dovranno essere esposti a condizioni più severe di quelle previste per la struttura finita.

Prima della costruzione il legno dovrà essere portato ad un contenuto di umidità il più vicino possibile a quello appropriato alle condizioni ambientali in cui si troverà nella struttura finita. Se non si considerano importanti gli effetti di qualunque ritiro, o se si sostituiscono parti che sono state danneggiate in modo inaccettabile, è possibile accettare maggiori contenuti di umidità durante la messa in opera, purché ci si assicuri che al legno sia consentito di asciugare fino a raggiungere il desiderato contenuto di umidità.

3.2 - Quando si tiene conto della resistenza dell'incollaggio delle unioni per il calcolo allo stato limite ultimo, si presuppone che la fabbricazione dei giunti sia soggetta ad un controllo di qualità che assicuri che l'affidabilità sia equivalente a quella dei materiali giuntati.

La fabbricazione di componenti incollati per uso strutturale dovrà avvenire in condizioni ambientali controllate.

Quando si tiene conto della rigidità dei piani di incollaggio soltanto per il progetto allo stato limite di esercizio, si presuppone l'applicazione di una ragionevole procedura di controllo di qualità che assicuri che solo una piccola percentuale dei piani di incollaggio cederà durante la vita della struttura.

Si dovranno seguire le istruzioni dei produttori di adesivi per quanto riguarda la miscelazione, le condizioni ambientali per l'applicazione e la presa, il contenuto di umidità degli elementi lineari e tutti quei fattori concernenti l'uso appropriato dell'adesivo.

Per gli adesivi che richiedono un periodo di maturazione dopo l'applicazione, prima di raggiungere la completa resistenza, si dovrà evitare l'applicazione di carichi ai giunti per il tempo necessario.

3.3 - Nelle unioni con dispositivi meccanici si dovranno limitare smussi fessure, nodi (od altri difetti in modo tale da non ridurre la capacità portante dei giunti).

In assenza di altre specificazioni, i chiodi dovranno essere inseriti ad angolo retto rispetto alla fibratura e fino ad una profondità tale che le superfici delle teste dei chiodi siano a livello della superficie del legno.

La chiodatura incrociata dovrà essere effettuata con una distanza minima della testa del chiodo dal bordo caricato che dovrà essere almeno 10 d, essendo d il diametro del chiodo.

I fori per i bulloni possono avere un diametro massimo aumentato di 1 mm rispetto a quello del bullone stesso.

Sotto la testa e il dado si dovranno usare rondelle con il lato o il diametro di almeno 3 d e spessore di almeno 0,3 d (essendo d il diametro del bullone). Le rondelle dovranno appoggiare sul legno per tutta la loro superficie.

Bulloni e viti dovranno essere stretti in modo tale che gli elementi siano ben serrati e se necessario dovranno essere stretti ulteriormente quando il legno abbia raggiunto il suo contenuto di umidità di equilibrio. Il diametro minimo degli spinotti è 8 mm. Le tolleranze sul diametro dei perni sono di  $\pm 0,1$  mm e i fori predisposti negli elementi di legno non dovranno avere un diametro superiore a quello dei perni.

Al centro di ciascun connettore dovranno essere disposti un bullone od una vite. I connettori dovranno essere inseriti a forza nei relativi alloggiamenti.

Quando si usano connettori a piastra dentata, i denti dovranno essere pressati fino al completo inserimento nel legno. L'operazione di pressatura dovrà essere normalmente effettuata con speciali presse o con speciali bulloni di serraggio aventi rondelle sufficientemente grandi e rigide da evitare che il legno subisca danni.

Se il bullone resta quello usato per la pressatura, si dovrà controllare attentamente che esso non abbia subito danni durante il serraggio. In questo caso la rondella dovrà avere almeno la stessa dimensione del connettore e lo spessore dovrà essere almeno 0,1 volte il diametro o la lunghezza del lato.

I fori per le viti dovranno essere preparati come segue:

- a) il foro guida per il gambo dovrà avere lo stesso diametro del gambo e profondità pari alla lunghezza del gambo non filettato;
- b) il foro guida per la porzione filettata dovrà avere un diametro pari a circa il 50% del diametro del gambo;
- c) le viti dovranno essere avvitate, non spinte a martellate, nei fori predisposti.

3.4 - L'assemblaggio dovrà essere effettuato in modo tale che non si verifichino tensioni non volute. Si dovranno sostituire gli elementi deformati, e fessurati o malamente inseriti nei giunti.

3.5 - Si dovranno evitare stati di sovrassollecitazione negli elementi durante l'immagazzinamento, il trasporto e la messa in opera. Se la struttura è caricata o sostenuta in modo diverso da come sarà nell'opera finita, si dovrà dimostrare che questa è accettabile anche considerando che tali carichi possono avere effetti dinamici. Nel caso per esempio di telai ad arco, telai a portale, ecc., si dovranno accuratamente evitare distorsioni nel sollevamento dalla posizione orizzontale a quella verticale.

#### **4 - Controlli.**

Il Direttore dei lavori dovrà accertarsi che siano state effettuate verifiche di:

- controllo sul progetto;
- controllo sulla produzione e sull'esecuzione fuori e dentro il cantiere;
- controllo sulla struttura dopo il suo completamento.

4.1 - Il controllo sul progetto dovrà comprendere una verifica dei requisiti e delle condizioni assunte per il progetto.

4.2 - Il controllo sulla produzione e sull'esecuzione dovrà comprendere documenti comprovanti:

- le prove preliminari, per esempio:
  - prove sull'adeguatezza dei materiali e dei metodi produttivi;
- controllo dei materiali e loro identificazione, per esempio:
  - per il legno ed i materiali derivati dal legno: specie legnosa, classe, marchiatura, trattamenti e contenuto di umidità;
  - per le costruzioni incollate: tipo di adesivo, procedimento produttivo, qualità dell'incollaggio;
  - per i connettori: tipo, protezione anticorrosione;
- trasporto, luogo di immagazzinamento e trattamento dei materiali
- controllo sulla esattezza delle dimensioni e della geometria;
- controllo sull'assemblaggio e sulla messa in opera;
- controllo sui particolari strutturali, per esempio:
  - numero dei chiodi, bulloni, ecc.;
  - dimensioni dei fori, corretta preforatura;
  - interassi o distanze rispetto alla testata od ai bordi, fessurazioni;
- controllo finale sul risultato del processo produttivo, per esempio:
  - attraverso un'ispezione visuale;
  - attraverso prove di carico.

4.3 - Controllo della struttura dopo il suo completamento

Un programma di controlli dovrà specificare i tipi di controllo da effettuare durante l'esercizio ove non sia adeguatamente assicurato sul lungo periodo il rispetto dei presupposti fondamentali del progetto.

5 - Tutti i documenti più significativi e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione della struttura dovranno essere raccolte dalla Direzione dei lavori in apposito fascicolo e poi messe a disposizione della persona che assume la responsabilità della gestione dell'edificio.

## **S) COPERTURE PIANE**

**1 - Si intendono per coperture continue quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura. Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:**

- copertura senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
- copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

**2 - Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definiti secondo la norma UNI 8178).**

Nota: Nelle soluzioni costruttive uno strato può assolvere ad una o più funzioni.

a) La copertura non termoisolata non ventilata avrà quali strati di elementi fondamentali:

- 1) l'elemento portante con funzioni strutturali;
- 2) lo strato di pendenza con funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto;
- 3) l'elemento di tenuta all'acqua con funzione di realizzare la prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno;
- 4) lo strato di protezione con funzione di limitare le alterazioni dovute ad azioni meccaniche, fisiche, chimiche e/o con funzione decorativa.

b) La copertura ventilata ma non termoisolata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- 1) l'elemento portante;
- 2) lo strato di ventilazione con funzione di contribuire al controllo del comportamento igrotermico delle coperture attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- 3) strato di pendenza (se necessario);
- 4) elemento di tenuta all'acqua;
- 5) strato di protezione.

c) La copertura termoisolata non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- 1) l'elemento portante;
- 2) strato di pendenza;
- 3) strato di schermo o barriera al vapore con funzione di impedire (schermo) o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- 4) elemento di tenuta all'acqua;
- 5) elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- 6) strato filtrante;
- 7) strato di protezione.

d) La copertura termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- 1) l'elemento portante con funzioni strutturali;
- 2) l'elemento termoisolante;
- 3) lo strato di irrigidimento o supporto con funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti;
- 4) lo strato di ventilazione;
- 5) l'elemento di tenuta all'acqua;
- 6) lo strato filtrante con funzione di trattenere il materiale trasportato dalle acque meteoriche;
- 7) lo strato di protezione.

e) La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

**3 - Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto; ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:**

- 1) per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sui calcestruzzi, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio calcestruzzo, sulle strutture o prodotti di legno, ecc;
- 2) per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'articolo sui materiali per isolamento termico ed inoltre si curerà che nella posa in opera siano realizzate correttamente le giunzioni, siano curati i punti particolari, siano assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo strato contiguo;
- 3) per lo strato di irrigidimento (o supporto), a seconda della soluzione costruttiva impiegata e del materiale, si verificherà la sua capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche che deve trasmettere e la durabilità nel tempo;
- 4) lo strato di ventilazione sarà costituito da una intercapedine d'aria avente aperture di collegamento con l'ambiente esterno, munite di griglie, aeratori, ecc. capaci di garantire adeguato ricambio di aria, ma limitare il passaggio di piccoli animali e/o grossi insetti;
- 5) lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato, a seconda della soluzione costruttiva prescelta, con membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino a realizzare uno strato continuo.

a) Le caratteristiche delle membrane sono quelle indicate all'articolo prodotti per coperture. In fase di posa si dovrà curare: la corretta realizzazione dei giunti utilizzando eventualmente i materiali ausiliari (adesivi, ecc.), le modalità di realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperature, ecc.) e di sicurezza.

Attenzione particolare sarà data all'esecuzione dei bordi, punti particolari, risvolti, ecc. ove possono verificarsi infiltrazioni sotto lo strato.

b) Le caratteristiche dei prodotti fluidi e/o in pasta sono quelle indicate nell'articolo prodotti per coperture. In fase di posa si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del progetto e/o del fabbricante allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto, che garantiscano continuità anche nei punti particolari quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.).

Sarà curato inoltre che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) od altre situazioni (presenza di polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate per favorire una esatta rispondenza del risultato finale alle ipotesi di progetto.

6) Lo strato filtrante, quando previsto, sarà realizzato, a seconda della soluzione costruttiva prescelta, con fogli di nontessuto sintetico od altro prodotto adatto accettato dalla Direzione dei lavori. Sarà curata la sua corretta collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionamento con particolare attenzione rispetto a possibili punti difficili.

7) Lo strato di protezione, sarà realizzato secondo la soluzione costruttiva indicata dal progetto.

I materiali (verniciature, granigliature, lamine, ghiaietto, ecc.) risponderanno alle prescrizioni previste nell'articolo loro applicabile. Nel caso di protezione costituita da pavimentazione quest'ultima sarà eseguita secondo le indicazioni del progetto e/o secondo le prescrizioni previste per le pavimentazioni curando che non si formino incompatibilità meccaniche, chimiche, ecc. tra la copertura e la pavimentazione sovrastante.

8) Lo strato di pendenza è solitamente integrato in altri strati, pertanto si rinvia per i materiali allo strato funzionale che lo ingloba. Per quanto riguarda la realizzazione si curerà che il piano (od i piani) inclinato che lo concretizza abbia corretto orientamento verso eventuali punti di confluenza e che nel piano non si formino avvallamenti più o meno estesi che ostacolano il deflusso dell'acqua. Si cureranno inoltre le zone raccordate all'incontro con camini, aeratori, ecc.

9) Lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristiche (vedere articolo prodotti per coperture continue). Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.), inoltre saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua.

10) Per gli altri strati complementari riportati nella norma UNI 8178 si dovranno adottare soluzioni costruttive che impieghino uno dei materiali ammessi dalla norma stessa. Il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile.

Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore ed accettate dalla Direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientale e/o le precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

#### ***4 - Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture piane opererà come segue:***

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare verificherà: il collegamento tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni (per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati); la esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove siano richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere: 1) le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione); 2) adesioni o connessioni fra strati (o quando richiesta l'esistenza di completa separazione); 3) la tenuta all'acqua, all'umidità, ecc.

b) A conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

## **T) COPERTURE DISCONTINUE (A FALDA)**

***1 - Si intendono per coperture discontinue (a falda) quelle in cui l'elemento di tenuta all'acqua assicura la sua funzione solo per valori della pendenza maggiori di un minimo, che dipende prevalentemente dal materiale e dalla conformazione dei prodotti.***

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- coperture senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
- coperture con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.



**2 - Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definiti secondo la norma UNI 8178).**

Nota: Nelle soluzioni costruttive uno strato può assolvere ad una o più funzioni.

a) La copertura non termoisolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- 1) l'elemento portante: con funzione di sopportare i carichi permanenti ed i sovraccarichi della copertura;
- 2) strato di pendenza: con funzione di portare la pendenza al valore richiesto (questa funzione è sempre integrata in altri strati);
- 3) elemento di supporto: con funzione di sostenere gli strati ad esso appoggiati (e di trasmettere la forza all'elemento portante);
- 4) elemento di tenuta: con funzione di conferire alle coperture una prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle azioni meccaniche-fisiche e chimiche indotte dall'ambiente esterno e dall'uso.

b) La copertura non termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi funzionali:

- 1) lo strato di ventilazione, con funzione di contribuire al controllo delle caratteristiche igrotermiche attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- 2) strato di pendenza (sempre integrato);
- 3) l'elemento portante;
- 4) l'elemento di supporto;
- 5) l'elemento di tenuta.

c) La copertura termoisolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- 1) l'elemento termoisolante, con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- 2) lo strato di pendenza (sempre integrato);
- 3) l'elemento portante;
- 4) lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore: con funzione di impedire (schermo) o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- 5) l'elemento di supporto;
- 6) l'elemento di tenuta.

d) La copertura termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- 1) l'elemento termoisolante;
- 2) lo strato di ventilazione;
- 3) lo strato di pendenza (sempre integrato);
- 4) l'elemento portante;
- 5) l'elemento di supporto;
- 6) l'elemento di tenuta.

e) La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta dovrà essere coerente con le indicazioni della UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione nel sistema di copertura.

**3 - Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:**

- 1) Per l'elemento portante vale quanto riportato in 40.3.
- 2) Per l'elemento termoisolante vale quanto indicato in 40.3.
- 3) Per l'elemento di supporto a seconda della tecnologia costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato su prodotti di legno, malte di cemento, profilati metallici, getti di calcestruzzo, elementi preformati a base di materie plastiche. Si verificherà durante l'esecuzione la sua rispondenza alle prescrizioni del progetto, l'adeguatezza nel trasmettere i carichi all'elemento portante e nel sostenere lo strato sovrastante.
- 4) L'elemento di tenuta all'acqua sarà realizzato con i prodotti previsti dal progetto e che rispettino anche le prescrizioni previste nell'articolo sui prodotti per coperture discontinue.

In fase di posa si dovrà curare la corretta realizzazione dei giunti e/o le sovrapposizioni, utilizzando gli accessori (ganci, viti, ecc.) e le modalità esecutive previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ed accettate dalla Direzione dei lavori, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperatura, ecc.) e di sicurezza.

Attenzione particolare sarà data alla realizzazione dei bordi, punti particolari e comunque ove è previsto l'uso di pezzi speciali ed il coordinamento con opere di completamento e finitura (scossaline, gronde, colmi, camini, ecc.).

- 5) Per lo strato di ventilazione vale quanto riportato in 40.3; inoltre nel caso di coperture con tegole posate su elemento di supporto discontinuo, la ventilazione può essere costituita dalla somma delle microventilazioni sottotegola.

- 6) Lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore sarà realizzato come indicato in 40.3 comma 9).
- 7) Per gli altri strati complementari il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile. Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore, ed accettate dalla Direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

**4 - Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture discontinue (a falda) opererà come segue:**

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.), l'impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc;

b) a conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare la tenuta all'acqua, condizioni di carico (frecce), resistenza ad azioni localizzate e quanto altro può essere verificato direttamente in sito a fronte delle ipotesi di progetto. Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

**U) OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE**

**1 - Si intendono per opere di impermeabilizzazione quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti controterra, ecc.) o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti.**

Esse si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

**2 - Le impermeabilizzazioni, si intendono suddivise nelle seguente categorie:**

- a) impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
- b) impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
- c) impermeabilizzazioni di opere interrato;
- d) impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua).

**3 - Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate negli altri documenti progettuali; ove non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:**

- 1) per le impermeabilizzazioni di coperture, vedere artt. 40 e 41;
- 2) per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, vedere art. 46;
- 3) per le impermeabilizzazioni di opere interrato valgono le prescrizioni seguenti:
  - a) per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di reinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili, le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti del terreno. Inoltre durante la realizzazione si curerà che i risvolti, punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione.
  - b) Per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà, come indicato nel comma a) circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica.
  - c) Per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno) in modo da avere continuità ed adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta.

d) Per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi od in pasta si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità ed anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc. nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno.

Durante l'esecuzione si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc. in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.), le modalità di applicazione, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità), e quelle di sicurezza saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori.

4) Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc. Gli strati si eseguiranno con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc., curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento.

L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali ed altri prodotti similari, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

#### **4 - Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione opererà come segue.**

a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione di giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili verificherà, con semplici metodi da cantiere, le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.), la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, le continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.

b) A conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, la interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alle schede tecniche di prodotti ed eventuali prescrizioni per la manutenzione.

### **ART. 16 COSTRUZIONE DEI VOLTI**

I volti dei ponti, ponticelli e tombini saranno costruiti sopra solide armature, formate secondo le migliori regole, ed in modo che il manto o tamburo asseconi la curva dell'intradosso assegnata agli archi dai relativi disegni, salvo a tener conto di quel tanto in più, nel sesto delle centine, che si crederà necessario a compenso del presumibile abbassamento del volto dopo il disarmo.

E' data facoltà all'Appaltatore di adottare nella formazione delle armature suddette quel sistema che crederà di sua convenienza, purchè presenti la necessaria stabilità e sicurezza, avendo l'Appaltatore l'intera responsabilità della loro riuscita, con l'obbligo di demolire e rifare a sue spese i volti che, in seguito al loro disarmo, avessero a deformarsi o a perdere la voluta robustezza.

Ultimata l'armatura e diligentemente preparate le superfici d'imposta delle volte, saranno collocati in opera i conci di pietra od i mattoni con le connessure disposte nella direzione precisa dei successivi raggi di curvatura dell'intradosso, curando di far procedere la costruzione gradatamente e di conserva sui due fianchi. Dovranno inoltre essere sovraccaricate le centine alla chiave per impedirne lo sfiancamento, impiegando a tal uopo lo stesso materiale destinato alla costruzione della volta. Gli eventuali coronamenti esterni delle volte presenteranno un addentellato che corrisponda ai filari della muratura interna, onde possano far corpo con la medesima. In quanto alle connessure saranno mantenuti i limiti di larghezza fissati negli articoli precedenti secondo le diverse categorie di muratura.

Per le volte in pietrame si impiegheranno pietre di forma per quanto possibile regolari, aventi i letti di posa o naturalmente piani o resi grossolanamente tali con la mazza e col martello; saranno collocati in opera con il lato maggiore nel senso del raggio della curva d'intradosso ed a corsi o filari che esattamente corrispondano agli addentellati formati dai coronamenti esterni.

Nelle volte con mattoni di forma ordinaria le connessure non dovranno mai eccedere la larghezza di 6 millimetri all'intradosso e di 12 all'estradosso.

I conci che costituiscono una volta debbono essere in numero dispari.

A tale uopo l'Appaltatore per i volti di piccolo raggio è obbligato, senza diritto ad alcun compenso speciale, a tagliare diligentemente i mattoni per renderli cuneiformi, ovvero a provvedere, pur senza speciale compenso, a mattoni speciali lavorati a raggio.

In ogni caso rimane vietato il sistema di volte a rotoli concentrici, ma la Direzione dei Lavori, per volte a piccolo raggio potrà, a suo giudizio, concedere l'adozione di un sistema misto, e cioè a rotoli con frequenti corsi passanti. Per i volti obliqui i mattoni debbono essere tagliati sulle teste e disposti secondo le linee dell'apparecchio che verrà prescritto.

Si avrà maggiore cura tanto nella scelta dei materiali quanto nel loro collocamento in opera, e nell'unire con malta gli ultimi filari alla chiave si useranno i migliori metodi suggeriti dall'arte onde abbia a risultare un lavoro in ogni parte perfetto.

Per le volte in conglomerato cementizio il getto dovrà essere fatto a conci di limitata larghezza, ma dell'intera lunghezza e spessore, formati entro appositi casseri con le pareti normali alla superficie di intradosso.

I conci saranno contenuti tra i piani radiali disposti secondo le generatrici e, nei volti obliqui, saranno costruiti a dente di sega.

In tutti i casi, il conglomerato dovrà essere gettato in appositi casseri disposti simmetricamente rispetto al concio in chiave, in modo che le centine risultino sempre caricate uniformemente.

Il conglomerato dovrà essere gettato e vibrato nei casseri senza interruzione e ripresa di sorta per ogni concio, fino a che il concio stesso sia completamente ultimato.

L'ordine del getto sarà sottoposto alla preventiva autorizzazione della Direzione dei Lavori.

A getto ultimato, i conci dovranno essere periodicamente innaffiati e, quando occorra, anche ricoperti con sabbia umida.

Nelle costruzioni delle arcate dei ponti a più luci, si procederà in modo che nessuna pila sia assogettata asimmetricamente alla spinta di una arcata costruita e disarmata.

Il calcestruzzo da usare nella costruzione dei volti sarà dosato a Kg 300 di cemento per metro cubo di getto finito e sarà confezionato con inerti granulometricamente assortiti come da prescrizioni dell'articolo delle presenti Norme Tecniche relativo ai conglomerati cementizi qualora la struttura debba essere realizzata con conglomerati non armati o debolmente armati.

L'Appaltatore non potrà procedere al disarmo dei volti senza preventiva autorizzazione della Direzione dei Lavori, la quale, peraltro non lo esonera dalle sue responsabilità, sia verso l'Amministrazione che verso terzi.

Il riempimento sopra i volti ed i loro rinfianchi sarà eseguito esclusivamente in pietrame o materiali granulari aridi.

L'Impresa dovrà presentare, per il preventivo benessere della Direzione dei Lavori e nel numero di copie che saranno richiesti, i disegni costruttivi ed i calcoli di stabilità dei volti, redatti da un progettista qualificato, nonchè i computi metrici relativi, unitamente ai progetti ed ai calcoli delle centine, restando inteso che l'Impresa resta unica responsabile a tutti gli effetti del buon risultato dell'opera e dei calcoli relativi.

## **ART. 16.a** **COPERTURE A LASTRONI**

I lastroni per coperture di acquedotti e tombini potranno essere in pietra da taglio della qualità la più resistente, lavorati a filo dritto sulle due facce laterali di contatto e spianati alla grossa punta sulla loro superficie inferiore e superiore; la loro lunghezza dovrà essere tale da poter appoggiare su ciascun muro per una rientranza non minore di cm 20 e la larghezza minima di ogni pezzo nel senso dell'asse longitudinale dell'acquedotto non dovrà essere mai minore di m 0,50

I lastroni dovranno essere posati con malta e battuti con mazzuolo fino a far rifluire la malta stessa, in modo da assicurare l'uniforme appoggio sulla sottostante muratura.

Potranno essere anche ordinati in conglomerato cementizio armato; per tale caso si richiamano tutte le prescrizioni di cui all'art. 35 per la esecuzione delle opere in cemento armato.

## **ART. 17** **CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER COPERTINE, CANTONALI PEZZI SPECIALI, PARAPETTI, ECC.**

Per l'esecuzione di opere di completamento del corpo stradale e delle opere d'arte quali: parapetti, copertine di muri di sostegno, d'ala, di recinzione, soglie, cordonate, cantonali, ecc., verrà confezionato e posto in opera perfettamente costipato, con appositi vibratorii, un conglomerato cementizio avente un [Rck](#)  $\geq 30$  N/mm<sup>2</sup>.

Ferme restando tutte le prescrizioni inserite negli articoli relativi agli aggregati, alla confezione e posa in opera dei conglomerati per opere in c.a., si terrà presente che l'aggregato grosso da impiegare dovrà avere dimensioni massime di mm 20.

La costruzione delle armature e casseforme dovrà essere effettuata con particolare cura, onde ottenere una perfetta esecuzione del getto e le precise misure e sagome prescritte dalla Direzione dei Lavori o riportate nei disegni di progetto.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione, l'Impresa è in obbligo di eseguirli a perfetta regola, a distanza conveniente e secondo le prescrizioni impartite dalla Direzione dei Lavori; il relativo onere si è tenuto conto nella determinazione del relativo prezzo di elenco.

## **ART. 18** **CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE**

Per l'esecuzione di tali opere provvisoriale, sia del tipo fisso che del tipo scorrevole, sia in senso verticale che in quello orizzontale, nonché per il varo di elementi strutturali prefabbricati, l'Impresa potrà adottare il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché soddisfi alle condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

L'Impresa è tenuta ad osservare, nella progettazione ed esecuzione di armature e centinature, le norme ed i vincoli che fossero imposti dagli Enti e persone 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 gennaio 1996 e, in mancanza di queste, secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori.

Nella costruzione sia delle armature che delle centinature di qualsiasi tipo, l'Impresa è tenuta ad adottare gli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura l'abbassamento possa venir fatto simultaneamente.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature e delle centinature, l'Impresa è inoltre tenuta a rispettare le norme e le prescrizioni che, eventualmente, venissero impartite dagli Uffici competenti circa l'ingombro degli alvei attraversati, o circa le sagome libere da lasciare in caso di sovrappassi di strade e ferrovie.

## **ART. 19** **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 connesse 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 connesse.

La larghezza delle connesse non dovrà essere maggiore di 1 cm, nè 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 connesse 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 lisce con apposito ferro, senza sbavature.

## **ART. 20** **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.

## **ART. 21** **MURATURE DI PIETRAM 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 e 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. La malta verrà dosata con Kg 350 di cemento per ogni m<sup>3</sup> 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:

- a) con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta);
- b) a mosaico greggio;
- c) con pietra squadrata a corsi pressochè regolari;
- d) 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 greggio, le facce viste dei singoli pezzi dovranno essere ridotte, col martello e 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 pressochè regolari, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati, 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 squadrati, 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 maggiore 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 pressochè 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, nè 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 connesure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connesure 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 lisciandola 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 costituito 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.

## **ART. 22** **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 fondazione, 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.

## **ART. 23** **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 a norma delle prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto della esecuzione, nei seguenti modi:

- a) a grana grossa;
- b) a grana ordinaria;
- c) a grana mezzo fina;
- d) 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, nè 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, per modo che le connessure 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 nè 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 originari 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.

## **ART. 24**

### **INTONACI E APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO**

In linea generale, per le strutture in calcestruzzo non verranno adottati intonaci, perchè 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 richiedano.

#### **A) INTONACI ESEGUITI A MANO**

Nella esecuzione di questo lavoro verrà applicato un primo strato di circa 12 mm di malta (rinzafo), 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 frattazzo.

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 una volta sola.

#### **B) INTONACI ESEGUITI A SPRUZZO (GUNITE)**

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 da Kg 500 di cemento normale per m<sup>3</sup> di sabbia, salvo diverse prescrizioni della Direzione dei Lavori.

L'intonaco potrà avere 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 atm.

Qualora si rendesse necessario, la Direzione dei Lavori potrà ordinare l'aggiunta degli idonei additivi per le qualità e dosi che di volta in volta verranno stabilite, od anche la 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.

#### **C) 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. 25**

### **IMPERMEABILIZZAZIONE DELL'ESTRADOSSO DEI VOLTI DELLE GALLERIE ARTIFICIALI ED ALTRI MANUFATTI**

Ove i disegni di progetto lo prevedano o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno, si provvederà alla impermeabilizzazione dell'estradosso dei volti delle gallerie artificiali e di altri manufatti, compresi ponti, viadotti, sottovia, etc., mediante:



- a) guaine bituminose nel caso in cui i manufatti debbano essere interrati;
- b) con membrane elastiche quando il manufatto debba rimanere scoperto.

Per i ponti ed opere similari quali viadotti, sottovia, cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, etc., 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  $-10^{\circ}$  e  $+60^{\circ}\text{C}$ ;
- 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'asportazione delle asperità più grosse eventualmente presenti, sigillature e riprese dei calcestruzzi non saranno necessarie; le superfici dovranno avere una stagionatura di almeno 20 giorni ed essere asciutte;
- primer - sarà dello stesso tipo descritto in precedenza e potrà essere dato anche a spruzzo; ad esso seguirà la stesa di circa  $0,5 \text{ Kg/m}^2$  di massa bituminosa analoga a quella della guaina, da applicare a freddo (in emulsione acquosa o con solvente);
- tipo di guaina - Sarà preformata, di spessore complessivo pari a 3 - 4 mm, di cui almeno 2 di massa bituminosa. L'armatura dovrà avere peso non inferiore a  $250 \text{ gr/m}^2$ , i giunti tra le guaine dovranno avere sovrapposizioni di almeno 5 cm e dovranno essere accuratamente sigillati con fiamma e spatola metallica;
- resistenza e punzonamento della guaina o dell'armatura (modalità  $A_1$  o  $G_a$ ): non inferiore a 10 Kg.
- resistenza a trazione (modalità  $G_2L$  e  $G_2T$ ):  $60 \text{ Kg/8 cm}$ .

La massima cura dovrà essere seguita nella sistemazione delle parti terminali della guaina in modo da impedire infiltrazioni di acqua al di sotto del manto; la Direzione Lavori potrà richiedere l'uso di maggiori quantità di massa bituminosa da spandere sul primer per una fascia di almeno 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 gli 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 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 di Hypalon dovranno essere le seguenti:

- peso compreso tra 1 e 1,5 Kg/m<sup>2</sup>;
- resistenza alla trazione (ASTM-D 412) a temperatura ambiente, 70 Kg/cm<sup>2</sup>;
- resistenza agli agenti ossidanti (ozono), 12 ore in atmosfera pari a 50 mg/m<sup>2</sup> senza formazione di microfessure o altre alterazioni.

## **ART. 26** **CAPPE SUI VOLTI**

Lo smalto da distendersi sull'estradosso e sui rinfianchi dei volti sarà costituito con le materie e nelle proporzioni volumetriche seguenti:

- malta cementizia composta con Kg 500 di cemento e m<sup>3</sup> 1 di sabbia: parti nove;
- pietrisco di dimensioni non minori di mm 5 e non maggiori di mm 20: parti sedici.

Preparato l'impasto, prima di collocarlo in opera, le superfici da rivestire e le connessioni saranno diligentemente pulite e lavate con acqua abbondante.

Lo smalto si distenderà quando la superficie d'estradosso sia ancora umida; comprimendo poi fortemente e lisciando col dorso della cazzuola.

Allorchè lo smalto avrà raggiunto sufficiente consistenza, sarà battuto con apposite verghe a più riprese, ed a colpi incrociati, allo scopo di far scomparire le screpolature cagionate dall'essiccamento, aumentandone la superficie per far luogo all'ultima pulitura e lisciatura; quindi verrà estradossato con fine malta cementizia.

Durante le suddette operazioni lo smalto sarà, ove d'uopo, riparato dal sole e dalla pioggia con stuoie od altro; si stenderà poi sulla sua superficie un leggero strato di sabbia per impedire un troppo celere essiccamento. Lo spessore delle cappe dovrà essere non minore di cm 5.

Ove fosse ordinata la esecuzione di cappe di asfalto, saranno seguite le prescrizioni di cui all'articolo precedente.

## **ART. 27** **STRUTTURE IN ACCIAIO**

Esse dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto:

- dalla 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);
- dal D.M. 9 gennaio 1996 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche (S.O. alla G.U. n. 29 del 05.02.1996);
- dalla Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" (G.U. n. 76 del 21.03.1974);
- dal D.M. 19.06.1984, n. 24771 "Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 208 del 30.07.1984);
- dal D.M. 29.01.1985 "Norme Tecniche - di rettifica - relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 26 del 31.01.1985);
- dal Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 24.01.1986 "Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 108 del 12.05.1986) e relative istruzioni emanate con Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 27690 del 19.07.1986 (Circolare A.N.A.S. n. 55/1986);

- dal D.M. 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione, la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" (G.U. n. 24 del 29.01.1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 34233 del 25.02.1991 (Circolare A.N.A.S. n. 28/1991 del 18.06.1991).

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 nonché le luci di influenza delle deformazioni elastiche nei punti della struttura preventivamente concordati 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.

Sugli elaborati di progetto, firmati dal progettista e dall'Impresa, dovranno essere riportati tipi e qualità degli acciai da impiegare.

Per quanto concerne il progetto della saldatura, 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. (Registro 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 dal D.M. 9 gennaio 1996 sopracitato, e tenuto conto di quanto prescritto al riguardo nella relazione.

Dopo l'approvazione del progetto costruttivo da parte della D.L., l'Impresa dovrà presentare a quest'ultima, un lucido e 2 copie, i disegni costruttivi di officina sui quali 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.

#### **A) COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI**

Ogni volta che le partite di materiale metallico destinato alla costruzione delle travi e degli apparecchi d'appoggio 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, la ferriera 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 dal D.M. 9 gennaio 1996.

#### **B) COLLAUDO DIMENSIONALE E DI LAVORAZIONE**

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'Impresa. 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 ognuna 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.

### **C) MONTAGGIO**

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo. 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 sovrasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene o 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 i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. 14.2.1992 sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di 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.

E' ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purchè questo 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 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 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 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, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

### **D) 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 contrastare 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, secondo le prescrizioni contenute nei Decreti Ministeriali: 4 maggio 1990 e 9 gennaio 1996.

## **ART. 28** **VERNICIATURE**

### **Generalità**

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei cicli di pitturazione definiti nel presente articolo.

I cicli di verniciatura saranno preceduti da spazzolature meccaniche o sabbiature secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

I cicli di verniciatura saranno formati da un minimo di tre anni di prodotti verniciati mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica o filmazione fisica; le caratteristiche di composizione dei cicli da applicare sono le seguenti:

### **Ciclo "A"**

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti verniciati.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1° strato - Mano di fondo al clorocaucciù pigmentato con minio e cromato di zinco (Zn Cr O<sub>4</sub>), avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante	clorocaucciù
- PVC % <sup>3</sup>	≤ 36%
- % pigmenti sul totale polveri	≤ 82%
- tipi di pigmento	minio - ZnCrO <sub>4</sub>
- legante secco %	25%
- spessore del film	80÷100 μ
- metodo di applicazione	pennello

2° strato - Mano intermedia al clorocaucciù pigmentata con: rosso ossido, ferro micaceo, alluminio avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

Caratteristiche formulative della mano intermedia:

- tipo di legante	clorocaucciù
- PVC %	≤ 41%
- % pigmenti sul prodotto finito	≤ 14%
- tipi di pigmento	rosso ossido, ferro-micaceo, alluminio
- legante secco %	28%
- spessore del film	80÷100 μ
- metodo di applicazione	pennello

3° strato - Mano di finitura clorocaucciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici.

Caratteristiche formulative della mano finitura:

- tipo di legante	clorocaucciù acrilica
- PVC %	≤ 26%
- % pigmenti sul prodotto finito	≤ 26%
- tipi di pigmento	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> )
- legante secco %	33%
- spessore del film	40 μ
- metodo di applicazione	pennello o rullo

Il tutto come riportato nella tabella che segue:

### Ciclo di verniciatura "A"

	1° strato clorocaucciù	2° strato clorocaucciù	3° strato clorocaucciù
Tipo di legante	clorocaucciù	clorocaucciù	clorocaucciù
PVC %	≥ 36 %	≥ 41 %	≥ 26 %
% pigmenti sul totale polveri	≥ 82 %	-	-
% pigmento sul prodotto finito	-	≥14%	≥26%
Tipi di pigmento	minio, cromato di zinco (ZnCrO <sub>4</sub> )	rosso ossido, ferro micaceo, alluminio	biossido di Titanio (TiO <sub>2</sub> )
Legante secco %	25 %	28%	33%
Spessore del film	80 ± 100 μ	80 ± 100μ	40 μ
Metodo di applicazione	pennello	pennello	pennello - rullo

### Ciclo "B"

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti verniciati.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

<sup>3</sup>Concentrazione volumetrica del pigmento

1° strato - Mano di fondo epossidica pigmentata con ZnCrO<sub>4</sub> (cromato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante	epossidico
- PVC %	≤ 36%
- % pigmenti sul totale polveri	≤ 25%
- tipi di pigmento	cromato di zinco ZnCrO <sub>4</sub>
- legante secco %	26%
- spessore del film	30÷40 μ
- metodo di applicazione	pennello

2° strato - Mano intermedia epossidica pigmentata con biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante:

- tipo di legante	clorocaucciù
- PVC %	≤ 41%
- % pigmenti sul prodotto finito	≤ 11%
- tipi di pigmento	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> )
- legante secco %	26%
- spessore del film	80÷100 μ
- metodo di applicazione	pennello

3° strato - Mano di finitura poliuretanica di tipo non ingiallente e non sfarinante. Il tipo di polisocianato dovrà essere alifatico (né aromatico, né cicloalifatico), con un contenuto di monomeri volatili non superiore allo 0,7% (ASTM D 2615/67 T):

- tipo di legante	poliuretanico
- PVC %	≤ 16%
- % pigmenti sul prodotto finito	≤ 26%
- tipi di pigmento	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> )
- legante secco %	39%
- spessore del film	30÷40 μ
- metodo di applicazione	pennello o rullo

### Ciclo di verniciatura "B"

	1° strato	2° strato	3° strato
Tipo di legante	epossidico	epossidico	poliuretanica
PVC %	≥ 36%	≥40 %	≥16%
% pigmenti sul totale polveri	≥ 25%	-	-
% pigmento sul prodotto finito	-	≥ 11%	≥ 26%
Tipi di pigmento	cromato di zinco (ZnCrO <sub>4</sub> )	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> )	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> )
Legante secco %	26%	26%	39%
Spessore del film	30 ± 40 μ	80 ± 100μ	30 ± 40 μ
Metodo di applicazione	pennello	pennello	pennello-rullo

### Ciclo "C"

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da quattro mani di prodotti verniciati. Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1° strato - Mano di fondo oleofenolica i cui pigmenti inibitori dovranno essere di base: ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo, in composizione singola o miscelati tra loro in modo da conferire la migliore resistenza alla corrosione.

È ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario (BaSO<sub>4</sub>) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante	oleofenolico
- % pigmenti sul totale polveri	≤ 55%
- tipi di pigmento	ossido di piombo, cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo
- legante secco (resina) %	≥ 18%
- tipo di olio nel legante	olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca	≥ 60%
- spessore del film secco	35÷40 μ
- metodo di applicazione	pennello o rullo

2° strato - Mano intermedia oleofenolica di colore differenziato dalla 1° mano, di composizione identica al 1° strato; il pigmento inibitore potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

Caratteristiche formulative della 2<sup>a</sup> mano:

- tipo di legante	oleofenolico
- % pigmenti sul prodotto finito	≤ 55%
- tipi di pigmento cromati ossido di ferro	ossido di piombo, cromato di zinco, fosfato di zinco, piombo, silico-cromati di piombo,
- legante secco (resina) %	≥ 18%
- tipo di olio nel legante	olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca	≥ 60%
- spessore del film	35÷40 μ
- metodo di applicazione	pennello, rullo, airless

3° strato - Mano intermedia alchidica modificata con olii vegetali e clorocauciù, il cui rapporto in peso, a secco, dovrà essere di 2:1. Non sarà tollerata la presenza di colofonia.

Caratteristiche formulative della 3<sup>a</sup> mano:

- tipo di legante	alchidico-clorocauciù
- % pigmenti sul totale polveri	≤ 55%
- tipi di pigmento	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> ), ftalocianina bleu
- % di TiO <sub>2</sub> sul totale pigmenti	≥ 30%
- legante secco %	≥ 40%
- tipo di olio nel legante	olio vegetale
- % olio nella resina secca	≥ 60%
- spessore del film secco	35÷40 μ
- metodo di applicazione	pennello, rullo, airless

4° strato - Mano di finitura alchidica modificata con olii vegetali e clorocauciù di composizione identica al 3° strato, di colore differente dalla precedente mano.

Caratteristiche formulative della 4<sup>a</sup> mano:

- tipo di legante	alchidico-clorocauciù
- % pigmenti sul totale polveri	≤ 55%
- tipi di pigmento	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> ), ftalocianina bleu
- % di TiO <sub>2</sub> sul totale pigmenti	≥ 30%
- legante secco %	≥ 40%
- tipo di olio nel legante	olio vegetale
- % olio nella resina secca	≥ 60%
- spessore del film secco	35÷40 μ
- metodo di applicazione	pennello, rullo, airless

### Ciclo di verniciatura "C"

	1° strato	2° strato	3° strato	4° strato
Tipo di legante	oleofenolico	oleofenolico	alchidico clorocauciù	alchidico clorocauciù
% pigmenti sul totale polveri	≥ 55%	≥55%	≥55%	≥55%
Tipi di pigmento	ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico cromati di piombo	ossido di piombo, cromato di zinco, fosfato di zinco, cromati di piombo, silicocromati di piombo, ossido di ferro	biossido di titanio ftalocianina bleu	biossido di titanio ftalocianina bleu
% di TiO <sub>2</sub> sul totale pigmenti	-	-	≥30%	≥30%
Legante secco (ressina)%	≥18%	≥18%	≥40%	≥40%
Tipo di olio nel legante	olio di lino e/o legno	olio di lino e/o legno	olio vegetale	olio vegetale
% olio nella resina secca	≥ 60%	≥60%	≥60%	≥60%
Spessore del filo secco	35 ± 40 μ	35 ± 40μ	35 ± 40 μ	35 ± 40 μ
Metodo di applicazione	pennello rullo	pennello rullo-airless	pennello rullo-airless	pennello rullo-airless

Dato che nelle caratteristiche formulative dei singoli stadi relativi ai cicli A, B e C sono presenti sostanze tossiche e potenzialmente cancerogene, come specificato dal D.M. 25 luglio 1987 n. 555 (S.O. alla G.U. n. 15 del 20.1.1988), rettificato con avviso pubblicato sulla G.U. n. 90 del 18.4.1988, si dovrà adottare una serie di misure procedurali ed organizzative, al fine di ottenere un controllo ambientale e sanitario, tenendo peraltro presente quanto disposto dal D.P.R. 20.2.1988 n. 141 (G.U. n. 104 del 5.5.1988).

#### Preparazione del supporto

La preparazione del supporto metallico dovrà essere eseguita dall'Impresa mediante spazzolatura meccanica o sabbatura, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate che presentino scarsa coesione e/o aderenza con il supporto. Il tipo di pulizia: spazzolatura meccanica e sabbatura, dovrà essere tale da permettere un ottimo attacco della mano di fondo del ciclo di verniciatura e dovrà esser approvato dalla Direzione Lavori. Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del ciclo di verniciatura anticorrosive in opera.

#### Caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) del ciclo di verniciatura 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	6h	60°C
Corrosione per immersione continua in soluzioni aerate (U.N.I. 4261-66)	12h	35°C
Corrosione in nebbia salina (U.N.I. 5687-73)	12h	35°C
Radiazione ultravioletta	6h	60°C
Immersione in soluzione satura di CaCl <sub>2</sub>	12h	35°C

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

- Ingiallimento: secondo norma DIN 53230. Il prodotto di finitura deve essere non ingiallente (prova su prodotto non pigmentato).
- Ruggine e Blistering (ASTM D 714-56) (DIN 53210):



Ciclo "A"	Blistering:	1° strato = 9F 2° strato = 9M 3° strato = 9F
	Ruggine:	RO (ruggine assente)
Ciclo "B"	Blistering:	1° strato = 9M 2° strato = 9M 3° strato = 9F
	Ruggine:	RO (ruggine assente)
Ciclo "C"	Blistering:	1° strato = 9F 2° strato = 9F 3° strato = 9M 4° strato = 9F
	Ruggine:	RO (ruggine assente)

#### 4) Adesione (DIN 53151):

Ciclo "A"	$G_{to} \rightarrow G_{t1}$	(stacco nullo al massimo del 5%)
Ciclo "B"	$G_{to}$	(stacco nullo)
Ciclo "C"	$G_{to} \rightarrow G_{t1}$	(stacco nullo al massimo del 5%)

#### 5) Spessore films secchi:

Ciclo "A"	1° strato = 90 $\mu$ 2° strato = 80 $\mu$ 3° strato = 40 $\mu$
Ciclo "B"	1° strato = 30 $\mu$ 2° strato = 90 $\mu$ 3° strato = 35 $\mu$
Ciclo "C"	1° strato = 35 $\mu$ 2° strato = 35 $\mu$ 3° strato = 35 $\mu$ 4° strato = 35 $\mu$

- 6) Resistenza all'abrasione: si determina solo su prodotto di finitura mediante Taber Abraser, con mola tipo CS 10, dopo 1000 giri con carico di 1 Kg.  
Il valore espresso come perdita in peso deve essere inferiore a 10 milligrammi.
- 7) Brillantezza: controllata mediante Glossmetro Gardner con angolo di 60°, deve avere un valore iniziale superiore al 90% e finale non inferiore all'80%.
- 8) Prova di piegatura a 180° (su lamierino d'acciaio UNI 3351) con mandrino  $\varnothing$  4 mm.  
Al termine non dovranno presentarsi screpolature o distacchi.

#### Prove di accettazione dei prodotti

L'Impresa dovrà preventivamente inviare al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro laboratorio ufficialmente riconosciuto quanto segue:

- 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);
- 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 di solvente. Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il ciclo saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso. La Direzione Lavori potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche 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.

#### Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)

N.	Prova (cielo «A»)	Fondo	Intermedia	Finitura
1	Blistering	9F	9M	9F
2.	Ruggine	RO		
3.	Adesione	$G_{to} \pm G_{tt}$		
4	Spessore films secchi	90 $\mu$	80 $\mu$	40 $\mu$
5	Abrasione			< 10 mg
6	Brillantezza iniziale			$\geq 90\%$
7	Brillantezza finale			$\geq 80\%$

#### Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)

N.	Prova (cielo «B»)	Fondo	Intermedia	Finitura
1	Blistering	9F	9M	9F
2.	Ruggine	RO		
3.	Adesione	$G_{to}$		
4	Spessore films secchi	30 $\mu$	90 $\mu$	35 $\mu$
5	Abrasione			< 10 mg
6	Brillantezza iniziale			$\geq 90\%$
7	Brillantezza finale			$\geq 80\%$

#### Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)

N.	Prova (cielo «B»)	Fondo	Intermedia	Intermedia	Finitura
1	Blistering	9F	9F	9M	9F
2.	Ruggine	RO			
3.	Adesione	$G_{to}$			
4	Spessore films secchi	30 $\mu$	35 $\mu$	35 $\mu$	35 $\mu$
5	Abrasione				< 10 mg
6	Brillantezza iniziale				$\geq 90\%$
7	Brillantezza finale				$\geq 80\%$

### ART. 29

#### **ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.**

#### **GENERALITA'**

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabiliti: dal D.M.09/01/1996 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche". (S.O. alla G.U. n. 29 del 05.02.1996) emanate in applicazione dell'Art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dallo stesso D.M.09/01/1996.

L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce e in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita di 25 tonn max; ogni partita minore di 25 tonn deve essere considerata unità di collaudo indipendente.

L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 tonn, spedito in un'unica volta, e composto da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

I prodotti provenienti dall'estero saranno considerati controllati in stabilimento, qualora rispettino la stessa procedura prevista per i prodotti nazionali di cui al D.M.09/01/1996.

Gli acciai provenienti da stabilimenti di produzione dei Paesi della CEE dovranno osservare quanto disposto per essi dal D.M.09/01/1996.

## **ART. 30** **ACQUEDOTTI E TOMBINI TUBOLARI**

Il getto in opera degli acquedotti tubolari in conglomerato cementizio verrà eseguito, per la parte inferiore della canna, usando semplici sagome; per la parte superiore verranno usate apposite barulle di pronto disarmo. Per il getto è consentito anche l'uso di forme pneumatiche.

Gli acquedotti tubolari non dovranno avere diametro inferiore a cm 80 qualora siano a servizio del corpo stradale. Qualora vengano impiegati tubi di cemento, per i quali è valida sempre quest'ultima prescrizione, questi dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con diametro uniforme e gli spessori corrispondenti alle prescrizioni impartite dalla D.L.; saranno ben stagionati e di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione, senza screpolature e sbavature e muniti di apposite sagomature alle estremità per consentire un giunto a sicura tenuta.

Di norma i tubi saranno posati in opera in base alle livellette e piani stabiliti e su una platea di calcestruzzo magro dello spessore prescritto dalla Direzione dei Lavori; verranno inoltre rinfiancati con calcestruzzo cementizio secondo il dosaggio prescritto e secondo la sagomatura prevista nei disegni di progetto, previa perfetta sigillatura dei giunti con malta di puro cemento.

### **DIMENSIONI INDICATIVE DEI TUBI E SPESSORE DELLA PLATEA DI POSA**

fi tubi in cm.	Spessore tubi in cm.	Spessore della platea in cm.
80	70	20
100	85	25
120	100	35

### **TUBAZIONI IN PVC**

Realizzazione di tubazioni in PVC interrate per fognature, per vie cavo interrate etc.

In base all'utilizzo, si provvede all'impiego di tubazioni del tipo:

- 1) fognature: **UNI EN 1401-1 tipi SN2, SN4, SN8.**
- 2) vie cavo interrate: **UNI EN 1401-1 tipi SN2, SN4, SN8.**
- 3) tubo corrugato **IMQ e CEI EN 50086-2-4/A1**

Tali tubazioni sono posate con l'ausilio di tutti i pezzi speciali (curve, braghe, etc.), necessarie per dare il lavoro finito a regola d'arte.

Il prezzo indicato in elenco è anche comprensivo dell'onere di tutti i pezzi speciali necessari.

Queste tubazioni, se posate sotto marciapiedi o ciclabili, sono stesi su letto di posa in sabbia dello sp. min. di 10 cm e successivamente rinalzati con sabbia, adeguatamente posata in modo tale da garantire un ricoprimento non inferiore a 10 cm.

Nel caso di attraversamento stradale questi tubi saranno rinalzati con cls dosato a 250 kg di cemento tipo 325, in modo tale comunque che a lavoro ultimato il cls rivesta superiormente il tubo per almeno 10 cm.

### **MANUFATTI TUBOLARI IN LAMIERA ZINCATA**

Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi, aventi struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata con onda normale alla generatrice.

L'acciaio della lamiera ondulata 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%, spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza U.N.I. (Norme U.N.I. 3143), con carico unitario di rottura non minore di 340 N/mm<sup>2</sup> e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento, in quantità non inferiore a 305 gr/m<sup>2</sup> per faccia.

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 di mastice bituminoso o asfaltico, contenente fibre di amianto, avente uno spessore minimo di mm 1,5 inserito sulla cresta delle ondulazioni e dovrà corrispondere ad un peso di Kg 1,5/m<sup>2</sup> per faccia applicato a spruzzo od a pennello, ovvero con bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo, negli stessi quantitativi precedentemente indicati.

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  $\text{CuSO}_4$  nella misura di gr 36 ogni 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 apposita 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  $\pm 5\%$ .

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.

Le strutture impiegate saranno dei seguenti tipi:

#### 1. AD ELEMENTI INCASTRATI PER TOMBINI

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 67,7 (pollici 2 e  $2/3$ ) e la profondità di mm 12,7 ( $1/2$  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 dritto 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 fra 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. 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  $1/8$ ).

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di 0,61 m.

I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a  $3/4$  di pollice ed appartenere alla classe G8 (Norme UNI 3740).

Le teste dei 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, in base 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 stesso, 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 sono 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.

### 3. TUBI PERFORATI PER DRENAGGI

I tubi per drenaggio avranno struttura portante costituita da lamiera d'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<sup>2</sup>, 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 1/2) ed una profondità di mm 6,35 (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.

I drenaggi e le fognature di risanamento del corpo stradale e zone circostanti che si rendessero necessarie saranno sempre eseguiti dallo sbocco a valle del cunicolo di scolo verso il centro della fognatura propriamente detta e lungo la medesima, procedendo da valle verso monte, per il deflusso regolare delle acque. Prima di stabilire definitivamente il piano di fondo del drenaggio, onde assicurarsi di raggiungere in ogni punto lo strato impermeabile, la Direzione dei Lavori disporrà all'atto esecutivo quanti pozzi riterrà necessario praticare ed in relazione al saggio ove risulti il punto più depresso dello strato impermeabile lungo l'asse del drenaggio, sarà stabilita la profondità di questo e la pendenza del cunicolo.

Detti pozzi saranno scavati della lunghezza da 2 a 3 m, della larghezza uguale a quella del drenaggio in corrispondenza dell'asse del drenaggio.

Detti scavi saranno valutati agli stessi prezzi stabiliti nell'annesso elenco per gli scavi di fondazione e l'Impresa non potrà avanzare pretese di maggiori compensi quali che siano il numero e l'ubicazione di questi pozzi. Le pareti dei drenaggi e dei cunicoli di scolo ed anche quelle dei pozzi, saranno, dove occorra, sostenuti da appositi rivestimenti di tavole o tavoloni con robuste armature in legname in relazione alla natura dei terreni attraversati.

Il fondo dei drenaggi dovrà di norma essere rivestito in calcestruzzo che nella parte centrale sarà sagomato a cunetta e su tale rivestimento si costruirà dal lato a valle un muretto in malta, da quello a monte un muretto a secco, per l'altezza da 20 a 40 centimetri secondo l'importanza del drenaggio, così da costituire un cunicolo di scolo, da coprire con lastroni e successivamente col riempimento di cui all'articolo precedente.

#### **Tubazioni per lo scarico delle acque di superficie dai rilevati.**

Saranno dello stesso materiale ed avranno le stesse caratteristiche delle tubazioni di cui al precedente paragrafo con la sola differenza che non avranno fori.

#### **Posa in opera.**

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 compatto, secondo la sagoma di ricevere ed interponendo, fra il terreno e la t

Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici, o con pestelli a mano nei punti ove i primi non sono impiegabili.

Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 mm 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.

L'installazione dei tubi di drenaggio dovrà essere iniziata dal punto di uscita in modo da permettere all'acqua di scolare fuori dello scavo in apposito scavo della larghezza di m 0,50 circa. Questi tubi dovranno essere posti in opera in modo che i fori si trovino nel quarto inferiore della circonferenza.

L'installazione dei tubi di scarico dai rilevati verrà fatta in cunicoli scavati lungo la massima pendenza della scarpata della profondità media di m 0,40 della larghezza strettamente sufficiente per la posa del tubo, che dovrà essere ricoperto con il materiale di scavo, in modo da ripristinare la continuità della scarpata.

Il materiale di rinterro dovrà essere permeabile in modo da consentire il rapido passaggio dell'acqua, e dovrà inoltre funzionare da filtro onde trattenere le particelle minute in sospensione impedendone l'entrata con la conseguente ostruzione del tubo; si impiegherà sabbia per calcestruzzo contenente pietrisco medio ed esente da limo. Il rinterro dovrà essere eseguito in strati e ben battuto onde evitare cedimenti causati da assestamenti.

Per quanto non contemplato nella presente norma si farà riferimento alle norme AASHO m 36-57 e M 167-57.

## **ART. 31** **APPARECCHI D'APPOGGIO**

### **A) GENERALITA'**

Gli apparecchi d'appoggio possono essere del tipo fisso o mobile, per la realizzazione, rispettivamente, dei vincoli di "cerniera" e di "carrello cerniera" e dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche" ed alle "Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli apparecchi di appoggio da fornire nelle costruzioni", C.N.R. - U.N.I. 10018-72-85.

Inoltre dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero dei LL.PP. in data 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 34233 del 25/2/1991.

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 e del progetto.

Il progetto costruttivo dovrà contenere:

- a) il calcolo delle escursioni e delle rotazioni previste per gli apparecchi nelle singole fasi di funzionamento. Dovranno essere esposti separatamente i contributi dovuti ai carichi permanenti ed accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscoso ed al ritiro del calcestruzzo;
- b) l'indicazione delle caratteristiche di mobilità richieste per gli apparecchi, in funzione dei dati di cui al punto a) e di un congruo franco di sicurezza, che dovrà essere espressamente indicato;
- c) l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità ed il parallelismo dei piani di posa degli apparecchi;
- d) l'indicazione della prerogolazione da effettuare sugli apparecchi al momento del montaggio, in funzione della temperatura ambiente e della stagionatura del calcestruzzo al momento della posa;
- e) la verifica statica dei singoli elementi componenti l'apparecchio e la determinazione della pressione di contatto;
- f) l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, ove possibile, alle norme UNI;
- g) l'indicazione delle reazioni che l'apparecchio dovrà sopportare;
- h) 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 essere agevoli: la periodica ispezione, la manutenzione e l'eventuale sostituzione.

## **B) MATERIALI**

In linea di massima, le caratteristiche dei materiali dovranno essere le seguenti:

### **a) Acciaio laminato**

Sarà della classe Fe37, Fe43 o Fe52 - grado D delle norme UNI 7070-72.

### **b) Acciaio fuso o per getti**

Sarà di classe FeG52 delle norme UNI 3158-77.

### **c) Acciaio inossidabile**

Lamiere per superfici di scorrimento: acciaio della classe X5 Cr Ni Mo 17/12 delle norme UNI 6903-71.

Il materiale, sottoposto a prove di corrosione secondo UNI 4261-66, 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  $R_a 0,1 \mu$  (UNI 3963).

### **d) Elastomeri**

Elastomero alternato ad acciaio: sarà conforme alle norme CNR-UNI 10018-72-85.

Elastomero per cuscinetti incapsulati: sarà realizzato con mescole a base di neoprene aventi le seguenti caratteristiche:

- resistenza a trazione,  $\geq 10 \text{ N/mm}^2$  ( $100 \text{ Kg/cm}^2$ ) (UNI 6065-67);
- allungamento a rottura,  $\geq 300\%$  (UNI 6065-67);
- deformazione permanente a compressione (UNI 4913), (50%; 24h;  $70^{\circ}\text{C}$ )  $\leq 20\%$ ;
- 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 UNI-PLAST 5819-66, saranno le seguenti:

- densità,  $2,13 \div 2,23 \text{ g/cm}^3$ ;
- resistenza a trazione ( $23^{\circ}\text{C}$ ),  $\geq 24 \text{ N/mm}^2$  [ $240 \text{ Kg/cm}^2$ ];
- allungamento a rottura ( $23^{\circ}\text{C}$ ),  $\geq 300\%$ ;
- 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 di silicone che conservi la sua efficacia fino a  $-35^{\circ}\text{C}$ .

Detto grasso non dovrà resinificare né aggredire i materiali costituenti le superfici di scorrimento. Esso dovrà essere in particolare conforme alle seguenti norme:

- penetrazione su campione rimaneggiato,  $240 \div 295 \text{ dmm}$  (DIN 51804);
- punto di congelamento  $\leq -50^{\circ}\text{C}$  (DIN 51556);
- essudazione (Bleeding) 24 h a  $150^{\circ}\text{C}$ ,  $\leq 3\%$  (US-Fed.T.M.Std 791.321.2).

### **g) Altri materiali**

L'impiego di materiali diversi da quelli indicati, quali alluminio ed acciaio cromato (su supporto Fe 52 grado D) è subordinato alle seguenti condizioni:

- documentazione da parte dell'Impresa delle caratteristiche dei 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 dell'A.N.A.S.;
- 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.

## C) PROVE SUI MATERIALI

Tutti i materiali da impiegare nella costruzione degli apparecchi di appoggio saranno sottoposti, prima dell'inizio delle lavorazioni, a collaudo tecnologico a cura e spese dell'Impresa, secondo le norme di accettazione riportate nei punti A) e B).

La Direzione dei 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 dei 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 designati dalla Direzione dei Lavori e le relative spese saranno a carico dell'Impresa.

## D) 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 che 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 ad eccessiva lunghezza libera della lastra.

Differenza di dimensione	Spessore minimo della lastra di acciaio
fino a 600 mm.	2,5 mm.
più di 600 mm.	3,0 mm.

Tale spessore sarà conforme alle seguenti condizioni:

Superfici curve

Lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile sarà di 2,5 mm nel caso di collegamento o con viti o rivetti; di 1,5 mm nel caso di collegamento con saldatura.

### 2. PTFE

Le guarnizioni di PTFE per le superfici di scorrimento orizzontali saranno incassate nelle apposite sedi e fissate con idoneo adesivo.

Esse saranno composte o di una superficie unica o di pattini (strisce) della larghezza minima di 5 cm, con interrasse 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 di PTFE; dalla parte incassata e di quella fuoriuscente dalla sede sarà variabile con le dimensioni in pianta della lastra. I valori di questi spessori si ricaveranno come segue:

Dimensione 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

Nel caso di pattini, di diagonale non eccedente i 600 mm, lo spessore sarà di 4 mm 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 2 ± 0,2 mm.



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/mm<sup>2</sup> (300 Kg/cm<sup>2</sup>)
- con carico massimo, 45 N/mm<sup>2</sup> (450 Kg/cm<sup>2</sup>)

Per i listelli di guida, che saranno sempre senza tasche per il grasso, la pressione ammissibile sarà di 60 N/mm<sup>2</sup> [600 Kg/cm<sup>2</sup>] se i carichi non agiscono in modo permanente. In caso contrario varranno le limitazioni per le superfici di scorrimento orizzontali.

Per i rivestimenti delle calotte sferiche si ammetteranno le seguenti pressioni:

- con carichi permanenti, 17 N/mm<sup>2</sup> (170 Kg/cm<sup>2</sup>)
- con carico massimo, 25 N/mm<sup>2</sup> (250 Kg/cm<sup>2</sup>)

#### 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 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 prevedibili (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 lavorazione che ad opera finita, in conformità al D.M. 14. febbraio 1992.

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 metalliche 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 nell'art. "Verniciature" delle presenti Norme Tecniche.

Le superfici che dovranno venire a contatto col calcestruzzo saranno protette, fino al momento della messa in opera, con un film di materiale sintetico facilmente asportabile all'atto 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 ridurre l'aderenza acciaio/malta d'ancoraggio.

### 6. Antipolvere

Gli appoggi saranno dotati di completa protezione antipolvere realizzata con raschiapolvere e soffiotti di neoprene che si estenderanno per tutta l'escursione dell'apparecchio. I fermi e i contrassegni degli appoggi, di cui ai punti 3. e 4., dovranno essere visibili o ubicati all'esterno della protezione.

## E) 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 appoggi 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 dell'appoggio e la direzione di scorrimento longitudinale.

Gli apparecchi saranno inoltre dotati di scala graduata e di indice di misura per lo scorrimento.

## **F) 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 se presenterà difetti superiori alla tolleranza indicata nello 0,1% per ogni tipo di apparecchio. Tale ripristino sarà a carico dell'Impresa per difetti di orizzontalità fino allo 0,5%; oltre tale tolleranza e per la sola parte eccedente lo 0,5% il ripristino sarà compensato con apposito prezzo. In ogni caso le irregolarità eventualmente rilevate dovranno essere segnalate dall'Impresa alla Direzione 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 disposizioni.

### **2. Collegamento alla struttura e ripristino dell'orizzontalità**

Gli appoggi devono essere adeguatamente collegati alle strutture sotto e soprastanti con zanche di ancoraggio. E' 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 resine, strati di conguaglio in resina o in malta di resina, in malta cementizia reoplastica (quest'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 sarà 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.

Le lavorazioni approvate dalla Direzione Lavori sono compensate nei prezzi dell'Elenco Prezzi. Qualora le condizioni atmosferiche siano tali da richiedere, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, sistemi di riscaldamento, verrà riconosciuto un apposito sovrapprezzo.

## **ART. 32 GIUNTI DI DILATAZIONE**

A seconda della luce degli elementi strutturali soggetti a dilatazione, verranno impiegati particolari dispositivi intesi ad assicurare la protezione dei giunti all'uopo predisposti e tali da garantire la perfetta impermeabilità della struttura ed impedire il passaggio delle acque al di sotto della soletta.

L'Impresa sarà tenuta a fornire, insieme col progetto esecutivo dell'opera d'arte all'esame della Direzione dei Lavori, i dati tecnici occorrenti per determinare le caratteristiche del giunto. Tali dati dovranno risultare tenendo conto del calcolo delle deformazioni previste per la struttura, delle deformazioni viscosi, del ritiro dei calcestruzzi, delle variazioni termiche, dei carichi accidentali, ecc.

I giunti dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero dei LL.PP. in data 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 34233 del 25/2/1991.

Sulla base di tali dati l'Amministrazione si riserva di provvedere direttamente alla fornitura e posa in opera dei giunti di dilatazione per impalcati di opere d'arte.

Restano a carico dell'Impresa gli oneri di assistenza alla posa in opera, tra i quali in particolare vengono espressamente indicate le seguenti operazioni:

- magazzinaggio e guardiania degli apparecchi fino al loro fissaggio definitivo;
- trasporto in cantiere fino alla posizione di montaggio;
- 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 con quant'altro ordinato dalla Direzione dei 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 tenere conto, nei propri programmi di lavoro, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e montaggio degli apparecchi di giunto oltre che per tutte le predisposizioni sopra indicate.

Tutti gli oneri relativi alle operazioni sopra dette sono compresi e compensati nei corrispondenti prezzi di Elenco.

### **ART. 33**

#### **DISPOSITIVI PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE DAGLI IMPALCATI DELLE OPERE D'ARTE**

Tali dispositivi verranno eseguiti dall'Impresa in conformità alle indicazioni del progetto esecutivo ed alle disposizioni della Direzione Lavori.

Detti dispositivi dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero dei LL.PP. in data 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 34233 del 25.2.1991.

I relativi oneri saranno compresi e compensati dai corrispondenti prezzi di elenco.

### **ART. 34**

#### **LAVORI IN SOTTERRANEO**

##### **A) NORME GENERALI DI ESECUZIONE**

Per i lavori in sotterraneo si intendono tutti quei lavori da eseguire in galleria, in caverna o in pozzi di aereazione, con esclusione dei pozzi per fondazioni o per contrafforti.

L'Impresa è tenuta alla più scrupolosa osservanza di tutte le norme vigenti in materia con particolare riguardo:

- alle "Norme per la sicurezza e l'igiene del lavoro in sotterraneo" di cui al Decreto del Presidente della Repubblica n. 320 in data 20 marzo 1956;
- alle "Norme di polizia delle miniere e delle cave" di cui alla Legge 4 marzo 1958, n. 198;
- al D.P.R. n. 128 del 9 aprile 1959;
- alle "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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" di cui al D.M. 11 marzo 1988.

Nel progetto esecutivo predisposto dall'Amministrazione, ovvero dall'impresa ed approvato dall'Amministrazione nel caso di prestazione integrata o concessione, sono definite le sezioni tipo che stabiliscono caratteristiche e quantità degli interventi di stabilizzazione definitiva (comprendenti opere permanentemente installate nelle formazioni attraversate ed aventi efficacia definitiva) da attuare di norma in più fasi.

Le sezioni definitive sono state determinate sulla base del prevedibile comportamento dell'ammasso durante lo scavo ed in particolare dei fenomeni che si prevede che possano innescarsi nel nucleo di terreno al fronte di avanzamento e di quelli di convergenza che, come conseguenza, si manifesterebbero nella fascia di materiale al contorno del cavo.

Sulla base del comportamento previsto al fronte di avanzamento, sono state sclassificate tratte di galleria a comportamento omogeneo, cui corrispondono altrettante sezioni tipo, come previsto dal metodo ADECO - RS (Analisi delle deformazioni controllate nelle Rocce e nei Suoli):

- fronte stabile
- fronte stabile a medio termine
- fronte instabile.

Le gallerie a "fronte stabile" o "fronte stabile a medio termine" sono quelle nelle quali lo scavo viene eseguito in assenza di interventi conservativi di preconsolidamento atti a creare, in avanzamento oltre il fronte di scavo, un effetto arco al contorno del cavo.

Le gallerie a "fronte instabile" sono quelle nelle quali lo scavo viene eseguito dopo aver attuato, in avanzamento oltre il fronte di scavo, gli interventi conservativi di preconsolidamento.

## **B) SCAVI, ARMATURE E VENTILAZIONE**

Le prescrizioni degli articoli relativi agli scavi all'aperto valgono, fin quando applicabili, anche per gli scavi in sotterraneo.

Tali ultimi scavi verranno eseguiti secondo il procedimento, il sistema e lo schema di avanzamento che l'Impresa riterrà più opportuno proporre in relazione alla natura ed alle caratteristiche delle formazioni geologiche da interessare con gli scavi ed ai tempi del programma predisposto dalla stessa Impresa. Il procedimento, il sistema e lo schema di avanzamento di cui sopra ed eventuali adattamenti o variazioni di essi, verranno sottoposti all'esame della Direzione dei Lavori.

Al riguardo si precisa che le variazioni di programma dei lavori in sotterraneo, che la Direzione dei Lavori dovesse disporre a suo insindacabile giudizio, prima dell'inizio dei lavori od in corso di essi in relazione alle particolari condizioni geomorfologiche dei terreni interessati dai lavori medesimi, non implicano responsabilità alcuna da parte della Direzione dei Lavori, restando l'Impresa, come già detto, la sola responsabile, sotto tutti i riguardi, dell'esecuzione dei lavori e dell'avanzamento degli stessi secondo il programma già approvato dalla Direzione dei Lavori.

Nell'esecuzione dei lavori in sotterraneo l'Impresa dovrà, se necessario, adottare tutte le precauzioni, compresa la limitazione dell'impiego dell'esplosivo, mezzi e modalità esecutivi ritenuti idonei al fine di non danneggiare le proprietà di terzi (immobili, gallerie o viadotti ferroviari o stradali, acquedotti, elettrodotti, ecc.) interessate dai lavori di cui trattasi.

L'Impresa non potrà ritenersi esonerata da responsabilità per il fatto, eventuale, di non aver ricevuto disposizioni in proposito dalla Direzione dei Lavori.

Le armature provvisoriale per il sostegno della superficie di scavo in sotterraneo (calotta e strozzo) devono essere adeguate di volta in volta ai terreni in cui vengono eseguiti i lavori, in modo da garantire il loro regolare andamento e la incolumità del personale che vi è addetto.

Le armature stesse saranno eseguite dall'Impresa con il materiale che essa riterrà più idoneo (ferro o legname) e con le dimensioni richieste dalle singole circostanze, con propri criteri e sotto la propria diretta responsabilità.

Particolari cure ed accorgimenti dovranno essere adottati dalla Impresa nelle fasi dello scavo e di rivestimento in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie, soprattutto per salvaguardare l'incolumità degli operai.

Le armature provvisoriale dovranno comunque consentire la realizzazione della struttura definitiva del rivestimento in conformità alle indicazioni di progetto a diretto contatto con la superficie di scavo.

A cura e spese dell'Impresa dovranno essere predisposti idonei impianti per assicurare una efficiente ventilazione della galleria nel rispetto delle norme vigenti per la sicurezza e l'igiene dei lavori in sotterraneo di cui al richiamato D.P.R. n. 320 del 20 marzo 1956 e successivi aggiornamenti.

### **B-1) SCAVO IN GALLERIA A FRONTE STABILE ED IN GALLERIA A FRONTE STABILE A BREVE TERMINE.**

Per gallerie a "fronte stabile" o "fronte stabile a breve termine" viene eseguito in assenza di interventi conservativi di precontenimento (trattamenti colonnari, pretaglio, ecc. atti a creare, in avanzamento oltre il fronte di scavo, un effetto arco al contorno del cavo), a sezione piena o parzializzata, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, comprese le rocce tenere, le rocce dure da mina, i materiali coesivi anche rigonfianti, ecc..

Le modalità di scavo saranno scelte dall'Impresa in funzione della propria organizzazione e delle attrezzature impiegate, tenuto conto degli interventi di stabilizzazione previsti in progetto, in funzione della classificazione della galleria.

Ad ogni avanzamento, prima di procedere a quello successivo, dovranno essere eseguiti gli interventi di stabilizzazione previsti (rivestimento di prima fase in conglomerato cementizio spruzzato armato, bulloni di ancoraggio, centine metalliche, ecc.), e nel pieno rispetto delle sezioni tipo di progetto, localizzate in base all'effettivo comportamento della galleria.

Quando il comportamento della galleria è caratterizzato da fenomeni di convergenza di entità apprezzabile si potrà rendere necessario il completamento della struttura anulare resistente con il getto dell'arco rovescio entro la distanza massima dal fronte di scavo di tre volte il diametro della galleria.

Lo scavo avverrà di norma a piena sezione. Solo in alcuni casi particolari potrà essere realizzato a sezione parzializzata; si procederà poi al completamento dello scavo ricorrendo, se necessario, allo scavo preliminare a campione dei piedritti, quindi dello strozzo ed infine dell'arco rovescio.

#### B-2) SCAVO IN GALLERIA A FRONTE INSTABILE.

Eseguito in presenza di interventi conservativi di precontenimento (trattamenti colonnari, pretaglio, ecc., atti a creare, in avanzamento oltre il fronte di scavo, un effetto arco al contorno del cavo), a sezione piena o parzializzata, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, compreso le rocce tenere, le rocce dure da mina, i materiali sciolti e quelli coesivi anche rigonfianti, ecc.

Lo scavo dovrà essere eseguito esclusivamente con impiego di mezzi meccanici (escavatori, martelloni demolitori, ecc.), con assoluto divieto di impiego di mine, per non danneggiare gli interventi conservativi presenti.

Il fronte di scavo, prima della ripresa di ciascun intervento conservativo, dovrà essere rivestito in conglomerato cementizio spruzzato, secondo le previsioni di progetto e/o gli ordini della Direzione Lavori.

La realizzazione dell'arco rovescio per il completamento della struttura anulare resistente dovrà seguire il fronte di scavo entro 1.5 diametri, secondo le previsioni di progetto.

#### B-3) SCAVO IN CUNICOLO CON FRESA INTEGRALE A TESTA ROTANTE.

Il posizionamento del cunicolo nell'ambito della sezione di scavo della galleria e relativo diametro, dovranno essere conformi alle previsioni di progetto od alle prescrizioni della Direzione Lavori.

Il cunicolo dovrà essere atto al transito di mezzi e macchine operatrici aventi sagoma iscrivibile nella sua area e dovrà poter essere utilizzato per la ventilazione in sede di allargo della sezione di scavo.

Lo scavo sarà eseguito con fresa integrale a testa rotante e dovrà essere preceduto da un foro esplorativo del diametro non inferiore a cm 10, in avanzamento di m 30-40 rispetto alla testa della fresa, per individuare anomalie eventualmente presenti nell'ammasso roccioso, sacche di gas tossici o metano, acqua, ecc.

La fresa dovrà avere caratteristiche antideflagranti ed essere corredata di attrezzature e presidi atti a garantire l'incolumità delle persone e la sicurezza dei lavori in qualsiasi condizione, anche in presenza di esalazione di gas tossici o metano, ricorrendo tra l'altro a sistemi di iperventilazione.

Dovrà essere corredata inoltre da idonea strumentazione atta a regolare i parametri sottoelencati, occorrenti per la eventuale progettazione e/o programmazione dello scavo di allargo secondo il "Metodo RS":

- spinta alla testa (t)
- velocità di avanzamento (m/h)
- potenza alla testa (kW)
- assorbimento energia (kW)
- energia assorbita (kWh)
- energia specifica (kWh/m<sup>3</sup>)
- progressiva (km)
- data (giorno, mese, anno).

Si prescrive inoltre che lo scavo dovrà essere eseguito adottando attrezzature idonee ad ottenere una sezione regolare, qualunque siano natura e condizioni delle formazioni attraversate, anche in presenza di acqua e di gas, così da evitare fornelli, frane e rilasci.

Quando le formazioni attraversate dal cunicolo presentano problemi di instabilità, si devono eseguire a cura e spese dell'Impresa opportuni interventi di consolidamento, ad esempio:

- esecuzione di tiranti di ancoraggio;
- rivestimento strutturale delle pareti di scavo con conglomerato cementizio spruzzato o con malta a base cementizia o sintetica spruzzata;
- centine;
- impiego di armature di sostegno provvisori in pannelli metallici (Liner-plates).

#### B-4) SCAVO DI GALLERIE A DOPPIO FORNICE.

Nel caso di gallerie a doppio fornice lo scavo dovrà procedere a fronti di avanzamento sfalsati per una lunghezza pari ad almeno tre diametri di scavo. Se la galleria è parietale, il fronte più avanzato deve essere quello di monte.

### **C) CONTROLLI TENSO-DEFORMATIVI**

L'avvio delle operazioni di scavo deve coincidere con quelle delle operazioni di controllo dei fenomeni tenso-deformativi che potranno prodursi in superficie lungo il tracciato in galleria ed all'interno della cavità in corrispondenza del fronte e delle pareti di scavo.

L'intensità e la qualità degli strumenti da adottare sarà commisurata all'importanza dei fenomeni di estrusione del fronte e di convergenza superficiale e dalla profondità del cavo.

Le stazioni di convergenza dovranno essere installate in fase di avanzamento, immediatamente a ridosso del fronte di scavo, secondo le prescrizioni di progetto o ordinate dalla Direzione Lavori e, di norma, ai seguenti intervalli:

- galleria a fronte stabile 100 m
- galleria a fronte stabile a medio termine 50 m
- galleria a fronte instabile a 30 m

La prima lettura di convergenza dovrà essere effettuata il più presto possibile e comunque prima che il fronte di scavo avanzi più di mezzo diametro oltre l'ultima stazione.

Le stazioni speciali, da installare in galleria, ubicate secondo le prescrizioni del Progettista o del Direttore dei Lavori, saranno equipaggiate con strumentazione atta a rilevare le deformazioni all'interno delle formazioni attraversate, oltre il contorno dello scavo ed eventualmente le pressioni radiali di contatto roccia-struttura di contenimento e le tensioni nel rivestimento.

Le deformazioni entro le formazioni attraversate, oltre il contorno dello scavo, verranno misurate mediante estensimetri multibase (da 2 a 5 basi), posti in opera mediante perforazioni eseguite in direzione radiale all'interno della galleria, a distanza dal fronte di scavo non superiore al raggio dello scavo in calotta. Gli strumenti dovranno essere posti in opera e letti per la prima volta prima che riprenda l'avanzamento dello scavo.

Nelle sezioni con debole copertura (di norma inferiore a m 50) potrà essere richiesta dalla Direzione dei Lavori l'installazione di estensimetri multibase entro perforazioni verticali eseguite dal piano di campagna soprastante; in tal caso gli strumenti dovranno essere posti in opera e letti prima che il fronte di scavo raggiunga la progressiva della stazione speciale, allorché ne disti almeno m 20.

### **D) INTERVENTI DI CONTENIMENTO DEL CAVO**

#### **D-1) BULLONATURA**

La bullonatura delle rocce in sotterraneo consiste nel consolidare il terreno intorno alla galleria, rendendo solidali tra loro gli strati superficiali deboli e gli strati profondi più resistenti, per mezzo di barre metalliche o in vetroresina. Questa tecnica, non solo permette di sostenere la superficie della roccia, ma genera una precompressione che provoca un aumento della coesione della roccia stessa, consentendole di resistere efficacemente agli sforzi cui viene sottoposta.

I bulloni possono essere:

- ad aderenza continua, quando sono cementati per tutta la lunghezza;
- ad ancoraggio puntuale quando sono ancorati nel terreno mediante un bulbo ad espansione e sul paramento con l'apposita piastra.

#### **D-2) BULLONATURA AD ADERENZA CONTINUA**

Con l'adozione della bullonatura ad aderenza continua si utilizzano i bulloni passivi in cui l'aderenza del bullone con l'ammasso è assicurata per tutta la sua lunghezza mediante malta cementizia.

La bullonatura ad aderenza continua si utilizza in ammassi che hanno subito delle plasticizzazioni in seguito all'apertura della galleria (fronte stabile a breve termine, e/o fronte instabile).

L'intervento viene realizzato nel modo seguente:

- esecuzione della perforazione di diametro necessario per la posa dei bulloni, allontanamento del materiale di risulta e lavaggio del foro;
- infilaggio dei bulloni prescritti dal progetto mediante attrezzatura idonea, già predisposti con tubi di iniezione e di sfiato, e messa in opera del tampone di tenuta;
- cementazione di ogni bullone per tutta la sua lunghezza, mediante iniezioni di boiaccia di cemento opportunamente additivata.

Quando sono inclinati verso l'alto (30° rispetto l'orizzontale) i bulloni saranno muniti di testa di ancoraggio ad espansione sull'estremità a fondo foro.

#### **D-3) BULLONATURA AD ANCORAGGIO PUNTUALE**

Il bullone ad ancoraggio puntuale è costituito, in genere, da una barra o tirante, munito di una fondazione di ancoraggio a una delle estremità e di una testa con piastra di appoggio all'altra.

Introdotta il bullone in un foro appropriato, l'estremità viene incastrata nel terreno attraverso il bulbo di ancoraggio. Per mezzo di una operazione di serraggio, la piastra viene applicata contro la parete della cavità e il tirante può essere messo in tensione tra il bulbo e la piastra con l'impiego di chiave dinamometrica.

I bulloni ad ancoraggio puntuale devono essere per opporsi allo scollamento di blocchi resi instabili dallo scavo della galleria, pur rimanendo in campo elastico (fronte stabile). E' necessario infatti, per garantire una buona tenuta del bullone, che il bulbo di ancoraggio all'interno dell'ammasso si innesti in roccia a comportamento elastico.

L'intervento viene realizzato nel modo seguente:

- esecuzione della perforazione di diametro necessario per la posa dei bulloni, allontanamento del materiale di risulta e lavaggio del foro;
- infilaggio dei bulloni prescritti dal progetto mediante attrezzatura idonee, l'ancoraggio può essere realizzato con resina in cartucce o con testina ad espansione;
- messa in tensione del bullone mediante dado di bloccaggio, piastra di ripartizione e testa di ancoraggio, con eventuale pressione di pretensione (secondo quanto indicato nel progetto).

#### D-4) PRESCRIZIONI TECNICHE

I bulloni possono essere in acciaio o in vetroresina.

I bulloni in acciaio saranno ad alto limite elastico avente le seguenti caratteristiche:

- carico di snervamento (0,2%)  $\geq 5$  t/cm<sup>q</sup>
- carico di rottura  $\geq 7$  t/cm<sup>q</sup>
- allungamento a rottura  $\geq 8\%$

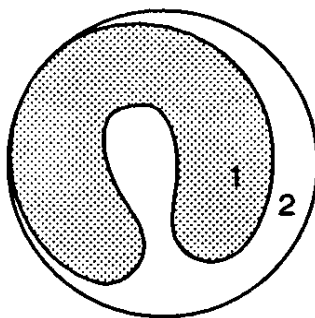
I bulloni stessi avranno normalmente il diametro di mm 24 e presenteranno in superficie opportuni risalti per migliorarne l'aderenza.

I bulloni in vetroresina avranno le seguenti caratteristiche minime:

- contenuto in peso della fibra di vetro 45%
- peso specifico 1.7 g/cm<sup>3</sup>
- resistenza a trazione 200 N/mm<sup>2</sup>
- modulo di elasticità E = 15750 N/mm<sup>2</sup>
- resistenza al taglio 80 N/mm<sup>2</sup>

I bulloni ad ancoraggio puntuale saranno solo in acciaio.

Oltre che ai bulloni costituiti da barre di acciaio, in presenza di rocce tenere possono essere usati bulloni costituiti da tubo di acciaio ripiegato su se stesso assialmente, che viene espanso mediante acqua ad alta pressione, nel foro precedentemente eseguito passando dalla posizione 1 alla posizione 2 come evidenziato nella figura che segue rappresentante una sezione nelle due fasi: prima e dopo espansione.



## **E) CENTINE METALLICHE, RETI DI ACCIAIO A MAGLIE ELETTROSALDATE, SCALETTE DI RINFORZO**

Eventuali centine metalliche, reti di acciaio a maglie elettrosaldate, scalette di rinforzo, da lasciare annegate nel conglomerato cementizio, dovranno avere caratteristiche dimensionali ed interasse conformi alle sezioni tipo del progetto esecutivo previste per le varie tratte od a quanto ordinato dalla Direzione Lavori.

Quando le centine metalliche sostengono l'armatura tronco-conica costituita dagli infilaggi, devono essere messe a contatto degli infilaggi stessi, per cui devono essere calandrate a profilo variabile, per assicurare una buona trasmissione dei carichi. Le variazioni in altezza dovranno essere assorbite posizionando i piedi delle centine a quote diverse, quando in sezione di calotta, e dotandole di gambe di diversa lunghezza, quando si passa a piena sezione.

## **F) RIVESTIMENTO DI 1ª FASE IN CALCESTRUZZO SPRUZZATO (SPRITZ-BETON)**

Lo spritz-beton è calcestruzzo proiettato in posto ad alta velocità e compattato mediante la propria forza di getto.

Nel caso in cui interessi aumentare la duttilità, la resistenza a trazione e a flessione dello spritz-beton è bene incorporare delle fibre metalliche di rinforzo (0.3÷0.6%) in volume dell'impasto). Gli incrementi percentuali di dette resistenze sono correlati al rapporto lunghezza/diametro della fibra e al volume di fibre aggiunte; un eccesso di fibre può comportare difficoltà nella messa in opera.

La composizione del calcestruzzo fibroarmato è basato sugli stessi principi utilizzati per il calcestruzzo tradizionale. Fattori di primaria importanza per il conseguimento della resistenza e della qualità richieste dal progetto sono il rapporto acqua/cemento, contenuto d'aria e grado di costipamento ottenuto (massa volumica). Le principali differenze riguardano la curva granulometrica e il contenuto di cemento.

La scelta dei materiali tiene conto non solo dei requisiti dell'opera da realizzare ma anche delle materie prime disponibili, soprattutto per quanto concerne il tipo di aggregati e il metodo di applicazione, mediante pompaggio o protezione con aria.

La composizione teorica in cui la miscela di sabbia e aggregato grosso è dosata in modo da fornire un minimo di volume di vuoti colmati da aria e acqua, viene generalmente considerato soddisfacente per il metodo secco.

Quando, invece, viene pompata una miscela umida, diviene necessaria una aggiunta di materiali finissimi e di cemento per lubrificare il flusso ed evitare la sua segregazione. La porzione di materiali finissimi non deve però essere eccessiva, pena il bloccaggio delle tubazioni specie se queste sono di una certa lunghezza.

La miscela tipo deve contenere circa 20% di materiali cementizi, 15÷20% di aggregato grosso, 60÷50% di sabbia sul peso totale degli aggregati. Va preferita sabbia naturale lavata. Il proporzionamento finale terrà conto della disponibilità di inerti naturali arrotondati o di materiale di cava frantumato.

Una corretta analisi granulometrica della miscela è essenziale e le curve passante percentuale/luce dei vagli devono mostrare un andamento continuo, senza picchi o salti granulometrici.

Per applicazioni sulla volta, le miscele saranno scelte verso la parte fine della curva granulometrica, verso il centro per applicazioni in verticale, verso la parte più grossa per i lavori sulla pavimentazione.

Per miscele secche il quantitativo di cemento Portland deve essere compreso tra i seguenti limiti:

- |                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| - spritz fine 0÷4 mm       | = 450 ÷ 600 kg/m <sup>3</sup> ; |
| - spritz 0÷8 mm            | = 340 ÷ 450 kg/m <sup>3</sup> ; |
| - spritz grossolano 0÷5 mm | = 300 ÷ 350 kg/m <sup>3</sup> . |

Nel caso di spritz-beton fibrorinforzati, le fibre di acciaio devono essere prodotte da filo crudo trafilato ottenuto da acciaio a basso contenuto di carbonio. Devono avere entrambe le estremità sagomate ad uncino, per migliorare l'ancoraggio meccanico. La resistenza alla trazione minima sarà di 110 N/mm<sup>2</sup>.

La lunghezza nominale sarà compresa tra 25 e 40 mm, il diametro nominale tra 0,40 e 0,80 mm.

Le fibre di acciaio, sciolte o incollate in placchette, devono essere aggiunte all'impasto secondo le informazioni del fornitore e curando che si ottenga una dispersione omogenea durante il mescolamento.

La quantità di fibre deve essere tale da fornire la resistenza richiesta dal progetto.

La posa in opera può avvenire per via secca o per via umida.

Se lo spritz-beton è proiettato per via secca, l'impasto viene preparato mescolando cemento ed inerti, con fibre di rinforzo se necessarie, senza l'aggiunta di acqua.

Il betoncino secco viene poi scaricato in una "spruzzatrice" dalla quale, sotto la spinta di aria compressa, viene trasportato attraverso tubazioni.

L'aggiunta dell'acqua all'impasto viene fatta nella zona terminale della tubazione.



Lo spritz-beton proiettato per via umida è composto di acqua, cemento, inerti ed eventuali fibre di rinforzo. Lo spritz così composto viene pompato da una pompa per calcestruzzo fino alla "lancia" dove viene aggiunta aria compressa che spinge il calcestruzzo contro la superficie di applicazione.

In questa tecnica l'accelerante viene aggiunto alla lancia con l'aria compressa o immediatamente dopo l'ugello di aggiunta dell'aria.

Le stesse regole valide per il calcestruzzo sono applicabili allo spritz-beton per quanto attiene la maturazione. Questa deve essere infatti protetta affinché la resistenza potenziale e la durabilità possano svilupparsi nella loro completezza. Ciò è particolarmente valido per sezioni sottili e superfici strutturalmente complesse.

Additivi per la maturazione sono utili se non si verificano condizioni severe di disidratazione e se non devono essere applicati strati successivi di spritz-beton o vernici.

Si richiedono delle curve di resistenza dal tempo  $t=0$  (immediatamente dopo il getto) fino alla completa maturazione, al fine di confrontarle con le prescrizioni progettuali.

#### F.1) CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO ARMATO CON FIBRE D'ACCIAIO.

La quantità dello spritz-fibroarmato viene verificata mediante prove di:

- 1) resistenza a compressione;
- 2) capacità di assorbimento di energia.

Pannelli di prova devono essere collocati in casseforme apposite, posizionate verticalmente e impossibilitate a vibrare. La dimensione dei pannelli di prova sarà 60x60x15 cm oppure 60x60x10 cm.

Verranno prelevate carote dai pannelli con spessore 15 cm per la determinazione della resistenza a compressione.

Con pannelli di spessore 10 cm saranno realizzate le prove di assorbimento dell'energia mediante il test di punzonamento.

Le prove di compressione sono effettuate con carote aventi diametro e altezza di 10 cm. Le prove saranno eseguite in accordo con la normativa vigente. La resistenza minima sarà di 25 N/mm<sup>2</sup>.

La determinazione dell'energia assorbita viene realizzata con la prova di punzonamento: l'energia assorbita deve essere almeno pari a 500 J.

La prova di punzonamento (prova di flessione su piastre) consiste nel provocare la rottura per flessione di una piastra quadrata avente dimensioni di 60x60x10 cm mediante un carico applicato con un punzone centrale avente superficie di appoggio di 10x10 cm.

Così facendo si ottiene la comparsa di almeno 4 fratture ad andamento radiale e la mobilitazione di un gran numero di fibre, consentendo quindi di esaltarne le caratteristiche di resistenza meccanica a trazione (qualità dell'acciaio impiegato, qualità del processo produttivo) e le capacità di opposizione allo sfilamento della massa di calcestruzzo (qualità della sagomatura imposta).

La prova, inoltre, riproduce fedelmente il comportamento di una porzione di rivestimento sollecitato.

Con la cadenza di un prelievo ogni 500 m<sup>3</sup> di calcestruzzo gettato saranno confezionate tre piastre.

I provini saranno ricoverati in camera umida a 20°C e umidità relativa pari al 90% per 28 giorni o, all'occorrenza, per il tempo richiesto in sede di progetto.

La prova avviene secondo le seguenti fasi:

- alloggiare la piastra nel frame della pressa su una cornice metallica avente dimensioni interne di 50x50 cm in modo che appoggi per 5 cm su ogni lato; la superficie di proiezione deve rimanere volta verso il basso;
- applicare il carico in centro mediante il puntone;
- posizionare il trasduttore di spostamento;
- regolare la velocità di deformazione a 1.5 mm/min;
- avviare la prova e contemporaneamente l'acquisizione dei valori di carico e deformazione;

- al raggiungimento di una deformazione (freccia) leggermente superiore a 25 mm interrompere la prova, asportare il provino e fotografarlo.

## **G) INTERVENTI DI PRECONTENIMENTO DEL CAVO (SPRITZ-BETON)**

### **G.1) INIEZIONI**

Tecniche di iniezione.

E' un intervento che modifica le caratteristiche meccaniche (resistenza e deformabilità) ed idrauliche (permeabilità) del terreno attraverso l'immissione a bassa pressione di adeguate miscele effettuata da tubi in acciaio, o vetroresina o pvc. valvolati e cementati in appositi fori di piccolo diametro eseguiti in avanzamento.

I trattamenti possono essere "di impregnazione" quando riempiono i vuoti esistenti nel terreno senza alterare le loro dimensioni, oppure possono servire per "ricomprimere" terreni a bassa permeabilità, in modo da formare ramificazioni o bulbi concentrati con miscele non penetrabili nel mezzo interessato.

La tecnica di iniezione, definita la geometria del trattamento, consiste nell'eseguire un numero necessario di perforazioni a rotazione o a rotopercolazione (65÷130 mm) che dovranno dare il minore disturbo possibile al terreno.

Nella perforazione viene inserito un tubo valvolato protetto da una guaina e successivamente iniettato. Durante l'iniezione a bassa pressione si verifica la rottura della guaina nella zona intorno alle valvole permettendo il passaggio delle miscele iniettate nel terreno circostante, impedendone contemporaneamente il rientro.

I parametri che regolano il trattamento sono:

- volume delle miscela in rapporto al volume del terreno da trattare
- la portata
- la pressione

I quantitativi delle miscele da iniettare attraverso una valvola sono stabiliti tenendo conto di:

- riempimento effettivo di almeno il 50% dei vuoti;
- dispersione oltre il limite previsto;
- probabile drenaggio delle sospensioni.

La pressione sopportabile dai tubi di iniezione aumenta all'aumentare delle caratteristiche di resistenza dei materiali che li uniscono: pvc, vetroresina e acciaio. I tubi in vetroresina avranno una resistenza minima allo scoppio di 100 atm. I tubi in acciaio, invece, saranno del tipo Fe 510, senza saldatura longitudinale.

Sono iniettabili, oltre alle grandi cavità (carsiche ecc.):

- tutti i tipi di terreno alluvionale o detritico fino a un certo limite inferiore di permeabilità (dalle ghiaie ai limi-sabbiosi);
- le fessure nelle rocce (da carsiche a microfessure).

Le iniezioni servono per conferire al terreno elevati valori di resistenza, oppure per renderlo impermeabile o entrambi gli effetti contemporaneamente.

I trattamenti possono definirsi di "impregnazione" se il riempimento avviene senza modificare i contatti intergranulari: in questo modo si conferisce al terreno la coesione della miscela iniettata mantenendo invariato l'angolo di attrito interno. Nel caso in cui l'iniezione sia spinta oltre al riempimento, si ha una compattazione dei terreni a granulometria più fine.

Le iniezioni vengono utilizzate per gallerie in terreni incoerenti, con una tecnica in avanzamento a partire dal fronte con raggiere coniche di fori suborizzontali distribuite in modo da ottenere un arco di terreno trattato con un dato spessore minimo a partire dall'estradosso della costruenda calotta. In altri casi i fori del trattamento sono radiali rispetto alla sezione di scavo ed eseguiti da un cunicolo di preavanzamento.

L'esecuzione di ogni trattamento di preconsolidamento con tubi valvolati sarà documentato mediante compilazione da parte dell'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori, di una apposita scheda con le seguenti registrazioni:

- 1) data di esecuzione e ubicazione (progressiva metrica dall'imbocco della galleria) del campo di trattamento;
- 2) identificazione di ciascun tubo, con riferimento alla sezione tipo di progetto;
- 3) per ciascun tubo, numero d'ordine e posizione (distanza dal fronte in m) delle valvole di iniezione;
- 4) per ciascuna valvola, caratteristiche e composizione della miscela iniettata e valori dei seguenti parametri di iniezione assegnati in progetto:
  - volume massimo  $V_{max}$  (litri);
  - portata  $q = cost$  (litri/min);
  - eventuale pressione massima  $P_{max}$  (bar);

5) sempre per ciascuna valvola e in relazione ai diversi tipi di comportamento del terreno, valori registrati in fase di iniezione:

- pressione iniziale di rottura della valvola  $p_o$  (bar);
- pressione al termine dell'iniezione  $P_{fim}$ ,  $P_{creack}$ ,  $P_{rif}$ (bar);
- assorbimento di miscela  $v_{in}$  (litri);
- tempo di iniezione  $t$  (min);
- portata  $q$  (litri/min) dell'eventuale iniezione di II<sup>a</sup> fase;
- pressione iniziale e finale, assorbimento e durata dell'eventuale iniezione di II<sup>a</sup> fase.

Prima di dare inizio all'esecuzione sistematica dei trattamenti dovranno essere effettuati i seguenti tipi di prove e controlli:

- determinazione delle caratteristiche geomeccaniche del terreno;
- messa a punto del sistema ed esecuzione di un campo prova.

Nel corso delle operazioni di iniezione si preleverà un campione della miscela di iniezione almeno ogni cinque tubi. Sul campione si determineranno: peso specifico mediante apposita bilancia, decantazione (bleeding) mediante buretta graduata del diametro di 30 mm.

Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo  $3 \text{ g/cm}^3$  il peso specifico del cemento e  $2.65 \text{ g/cm}^3$  quello degli inerti, nell'ipotesi che non venga inclusa aria. Nelle prove di decantazione, l'acqua separata in 24 ore non dovrà superare il 3% in volume. Con il campione di miscela saranno altresì confezionati cubetti di 7 o 10 cm di lato, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione.

Le modalità di prova dovranno essere conformi alle normative vigenti ed alle preventive richieste della Direzione Lavori.

#### G.2) JET-GROUTING SUB-ORIZZONTALE.

Per la realizzazione del jet-grouting sono utilizzate delle aste di perforazione con una valvola eiettrice all'estremità inferiore; sulla valvola si trovano 2 o più ugelli ( $\varnothing 1.5\text{-}3\text{mm}$ ) perpendicolari all'asse dell'asta.

Le fasi di esecuzione del trattamento sono:

1. andata o perforazione, in cui le aste sono inserite fino alla profondità richiesta. L'avanzamento può avvenire a rotazione nei terreni a granulometria medio-fine fino a 16-17 m di profondità, o a rotopercolazione nei terreni incoerenti grossolani;
2. ritorno o estrazione contemporanea iniezione ad altissima pressione (300÷600 atm) della miscela. La miscela può essere costituita da un solo fluido disgregante e stabilizzante o da 2 o 3 fluidi, (aria o aria + acqua), come disgregant e miscela cementizia come stabilizzante).

La sospensione cementizia avrà un rapporto cemento/acqua pari a 0.5÷1 da determinare in base a: granulometria, permeabilità o grado di umidità nelle formazioni coesive a bassa permeabilità e quantità media di miscela in base al volume da trattare.

In questa fase le aste hanno velocità di risalita (25÷50 cm/min) e velocità di rotazione (10÷20 giri/min) adeguate al caso particolare.

La proiezione della miscela dagli appositi ugelli disgrega il terreno e lo mescola con il fluido stabilizzante che lo cementa conferendogli un nuovo assetto strutturale; si ottengono in questo modo dei volumi cilindrici delle dimensioni volute (0.5÷0.6 m in terreni coesivi saturi 0.7÷0.9 m in terreni incoerenti grossolani e 2÷3 m con 3 fluidi).

La portata di iniezione sarà di 10.÷3 litri/sec. e il volume di miscela iniettata 200÷350 litri/m corrispondente al 60÷70% del volume di terreno trattato.

Stabilita la portata in base al diametro degli ugelli e alla pressione, la velocità di risalita è data dal volume specifico di miscela che si vuole iniettare.

L'omogeneità e l'estensione del trattamento richiedono di aumentare la pressione e ridurre la velocità di rotazione e estrazione man mano che si passa a terreni più fini o addensati (il raggio d'azione del trattamento  $R_a$  è funzione della resistenza al taglio del terreno, del tempo, della pressione di iniezione).

Il jet-grouting è applicabile in qualunque terreno richieda un miglioramento delle proprietà meccaniche, in particolare in terreni incoerenti e debolmente coesivi e in zone urbane. E' applicabile anche sotto falda in presenza di moti di filtrazione con velocità dell'ordine di  $10^{-1} \text{ cm/sec}$ . utilizzando particolari miscele.

Nei terreni trattati con jet-grouting la permeabilità finale deve risultare nulla.

In galleria il jet-grouting viene utilizzato per realizzare archi tronco conici ottenuti compenetrando le colonne di jet lanciate oltre il fronte al contorno del perimetro della sezione di scavo.

Le tecniche di perforazione e le modalità di iniezione delle miscele dovranno essere messe a punto, in relazione alla natura dei materiali da attraversare ed alle caratteristiche idrogeologiche locali, mediante esecuzione di colonne di prova in ragione dello 0,5% del numero totale delle colonne, con un minimo di una colonna di prova. Sulle colonne di prova verranno eseguite le prove sotto elencate:

- prove in situ mediante carotaggio continuo, su tutte le colonne e per l'intera loro lunghezza, ubicata all'incirca a metà del raggio teorico di ciascuna colonna;
- prove di laboratorio su campioni significativi, di dimensioni rispondenti alle norme sui calcestruzzi;
- prove di rottura a compressione semplice, con rilievo della curva sforzi deformazioni, da eseguire dopo 28 giorni di maturazione della miscela per terreni incoerenti, dopo 40 giorni per terreni coesivi, ed inoltre per i tempi di maturazione corrispondenti a quelli dell'effettivo utilizzo nel lavoro;
- prova di trazione brasiliana;
- prova triassiale.

Il controllo rigoroso e sistematico della pressione, della portata e dei quantitativi di miscela immessa deve essere attuato mediante l'utilizzo di opportune apparecchiature per la registrazione ed il controllo automatico dei parametri suddetti.

La composizione della miscela, definita preliminarmente, deve essere controllata sistematicamente in cantiere, apportando eventuali correzioni.

Dovrà essere garantita l'esattezza del dosaggio e gli eventuali requisiti imposti dal progetto.

Per le miscele comunemente usate (sospensioni instabili con rapporti acqua/cemento pari ad 1) è sufficiente il controllo periodico, con un densimetro, del liquido contenuto nel miscelatore. Si dovranno osservare e registrare o eventuali rifluimenti di fluido dal foro o da punti ad esso vicini, il rigonfiamento del terreno nel tempo e la sua entità finale.

### G.3) PRETAGLIO.

Questo sistema consiste nel praticare sul fronte, prima dello scavo, un taglio di spessore (max 20 cm) e lunghezza predeterminati seguendo il profilo di estradosso della galleria mediante una macchina fresatrice provvista di una sega a catena.

Il taglio è immediatamente riempito con spritz-beton fibrorinforzato additivato in modo da avere alte resistenze a breve termine (70% della resistenza finale maggiore di 30 N/mm<sup>2</sup> dopo 6÷8 h).

La stabilità trasversale è garantita, dopo lo scavo che avviene a piena sezione, per circa 1÷1.5 diametri di distanza dal fronte, dalle tegole di spritz-beton; a distanze superiori si effettuano piedritti e l'arco rovescio.

La tegola deve avere una geometria ottimale che eviti gli sforzi di trazione al suo interno. Il fronte andrà sagomato a forma concava, protetto da uno strato di spritz-beton ed eventualmente rinforzato con chiodi in vetroresina.

Il pretaglio è adatto per terreni coesivi o semicoesivi saturi, alterabili al contatto con l'aria.

La lama di taglio, a causa dello scorrimento della catena e del movimento del meccanismo, trasmette vibrazioni al terreno, che possono innescare o favorire il distacco di blocchi lungo superfici di rotture latenti o preesistenti. E' quindi necessario che le maestranze impegnate rimangano al di fuori del raggio di azione del fronte e che siano rispettate alcune fondamentali norme esecutive:

- è necessario che il profilo del pretaglio rispecchi fedelmente gli schemi progettuali, allo scopo di evitare errori nella geometria del trattamento, errori che si traducono, per il successivo e necessario ripristino della sezione di scavo, in difficili interventi di "rifilatura";
- l'esecuzione del guscio avviene per conci successivi, il cui sviluppo è regolabile in funzione delle caratteristiche geotecniche del terreno, ma normalmente è pari a 3.00 m;
- prima di iniziare il taglio di un conio, è indispensabile che sia stato completato il getto di quello precedente;
- è necessario garantire la continuità strutturale del guscio, curando in particolare le riprese di getto tra i vari conci, ed evitando la giunzione di calotta in corrispondenza dell'asse della galleria;
- si deve sempre garantire, quale condizione necessaria per la stabilità globale del guscio di pretaglio anche in fase di scavo, l'incastro del piedritto del guscio di spritz-beton per un tratto di lunghezza pari a L=80 cm al di sotto del piano di lavoro;
- nel caso in cui si verificano difficoltà di esecuzione dei tagli a causa di presenza di materiali incoerenti, è necessario dotare il terreno della coesione mancante per il sostegno del taglio eseguendo opportune iniezioni di malte cementizie nelle zone incoerenti in prossimità del profilo di scavo.

Il controllo di qualità durante l'esecuzione dei lavori, prevede la seguente serie di prove:

- verifica della resistenza alla compressione e a flessione dello spritz-beton di riempimento confezionato presso il fronte;
- verifica della qualità delle volte di pretaglio mediante prelievo di campioni carotati;
- controllo dell'umidità degli inerti all'impianto con strumento apposito.

Le prove di controllo di qualità vanno eseguite regolarmente e al massimo dopo il consumo di 100 m<sup>3</sup> di spritz-beton. Si dovranno determinare delle curve di resistenza a partire dal tempo t=0 (immediatamente dopo la presa) fino alla maturazione completa, al fine di effettuare il controllo con le prescrizioni progettuali.

In ogni caso la resistenza minima dopo 4 ore dovrà essere almeno 6 N/mm<sup>2</sup> e la resistenza finale sarà compatibile con le indicazioni di progetto e superiore a  $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ .

Per eseguire un programma di prove sullo spritz confezionato e messo in opera si vedano le prove indicate al paragrafo F).

In parallelo a queste prove si eseguiranno dei carotaggi delle volte con una frequenza indicativa di 10 giorni lavorativi. Per determinare la porosità dei campioni carotati, si seguirà la norma ASTM C642.

#### G.4) DRENAGGI.

I drenaggi sono realizzati mediante perforazione a distruzione in cui è inserito un tubo in PVC microfessurato rivestito con una calza in tessuto non tessuto per evitare l'intasamento dei fori. Nel caso in cui le pressioni dell'acqua siano elevate vengono utilizzati dei dispositivi che impediscono la fuoriuscita di acqua prima dell'inserimento del tubo drenante. In questa situazione si opera posando prima un tubo in attesa di diametro superiore, su cui si collegherà un "preventer" atto a controllare il fluido di spurgo della perforazione in modo da evitare l'insorgere di fenomeni di sifonamento e tale da permettere la chiusura rapida del foro.

In tal caso la perforazione sarà fatta con rivestimento, per impedire la chiusura del foro e con punta a perdere. Finita la perforazione si inserirà all'interno del rivestimento un tubo drenante forato o finestrato. I drenaggi saranno posti a formare un aureola drenante esterna al profilo dello scavo oltre il fronte (posizionarli sul fronte sarebbe un grave errore per il richiamo d'acqua che aumenterebbe proprio sul fronte stesso).

L'installazione dei dreni suborizzontali si articola secondo le seguenti fasi esecutive:

- a) esecuzione delle perforazioni rivestite come prescritto precedentemente nel rispetto delle posizioni degli assi di perforazione;
- b) introduzione nei perfori rivestiti di tubi drenanti aventi i requisiti descritti precedentemente;
- c) messa in opera di ciascun dreno.

Nel caso di drenaggi sotto falda ad elevata pressione si prevedono le seguenti operazioni:

- recupero del tubo di rivestimento del foro per una lunghezza pari a quella del tratto di dreno attivo, più la lunghezza del sacco otturatore, in modo che questo risulti direttamente a contatto con le pareti del perforo;
  - gonfiaggio del sacco otturatore tramite iniezione a pressione controllata dalla relativa valvola tramite doppio otturatore inserito da bocca-foro all'interno del tubo drenante. Raggiunto un valore di pressione prestabilita (alcuni bar), quest'ultimo dovrà essere mantenuto per un congruo intervallo di tempo per verificare l'avvenuto gonfiaggio del sacco. Nel caso di calo di pressione si procederà con successive iniezioni fino al raggiungimento della pressione prestabilita. Non appena la malta cementizia ha fatto presa nel sacco otturatore, si procederà alla estrazione del tubo di rivestimento per la rimanente lunghezza, pari a quella del tratto cieco, e immediata esecuzione, sempre mediante doppio otturatore, dell'iniezione di intasamento di tale tratto a partire dalla valvola superiore;
  - rottura della membrana interna sita in corrispondenza del sacco otturatore mediante introduzione nel dreno di una normale asta rigida;
- d) verifica del corretto funzionamento dei dreni.

Al termine della III.a fase i dreni risultano attivati alla captazione d'acqua in avanzamento sugli scavi. Tale preconsolidamento potrà rimanere attivo anche a lungo termine durante la fase di esercizio, per cui si dovrà provvedere a raccogliere mediante un apposito collettore le venute d'acqua captate dai dreni, onde evitare che queste possano disperdersi in galleria, causando nocive infiltrazioni che potrebbero compromettere la stabilità delle opere di rivestimento definitive.

I drenaggi saranno sovrapposti per una lunghezza pari almeno al diametro della galleria in modo da avere più punti drenanti per sezione e avranno lunghezza di almeno 3 diametri della stessa.

Nel caso di ammassi in cui le pareti del perforo rimangono stabili per tutta la lunghezza, il tubo microfessurato rivestito di filtro in tessuto non tessuto, inserito nel foro sarà semplicemente cianfrinato e sigillato e l'acqua captata intubata e opportunamente convogliata lontano dalla zona del fronte di scavo.

Questo intervento è consigliabile nel caso di galleria sotto falda nel caso in cui sia possibile abbattere parzialmente o totalmente il livello della falda.

La realizzazione di fori drenanti al contorno del cavo permette di minimizzare l'apporto idrico nella zona del nucleo del fronte di scavo impedendo così alle caratteristiche del terreno di decadere per effetto dell'acqua e consente contemporaneamente un consolidamento del nucleo stesso.

La presenza di una zona a permeabilità maggiore al contorno del cavo consente inoltre un abbattimento delle pressioni interstiziali che potrebbero compromettere la stabilità del caso stesso.

Le attrezzature di perforazione e rivestimento devono essere idonee ad effettuare perforazioni del diametro e della lunghezza previsti, con rivestimento continuo per tutta la lunghezza del foro.

Il tubo di rivestimento risulta in genere costituito dalla stessa batteria di aste tubolari impiegate nella perforazione.

Si deve assicurare, in fase di perforazione, la perfetta tenuta a boccaforo, predisponendo eventualmente, sul fronte di avanzamento, in corrispondenza all'asse di ciascuna perforazione, un raccordo tubolare munito di un premistoppa interno, al quale si accoppia, a tenuta, il tubo di perforazione e di una bocca di deflusso esterna, onde consentire il rifluimento controllato del materiale di spurgo in fase di perforazione.

I raccordi tubolari dovranno essere rigidamente fissati al tampone in spritz-beton preventivamente realizzato sul fronte.

Tali attrezzature devono inoltre avere caratteristiche tali da impedire che, nella fase di scavo e nelle successive fasi di posa in opera del tubo drenante all'interno del rivestimento e di estrazione di quest'ultimo dal terreno, possano verificarsi rifluimenti incontrollati di acqua e/o particelle di terreno all'interno del tubo di rivestimento.

#### G.5) PRECONSOLIDAMENTO DEL FRONTE DI SCAVO MEDIANTE TUBI IN VETRORESINA.

L'intervento di armatura del fronte di scavo può essere efficacemente realizzato mediante la messa in opera, in avanzamento rispetto al fronte di scavo, di tubi in vetroresina iniettati con malte cementizie. I tubi saranno posti in opera per una profondità non inferiore al diametro della galleria con una sovrapposizione minima, tra due trattamenti successivi, di almeno 5 m e con un'intensità da definire in funzione dell'incremento di resistenza al taglio che si intende conferire al terreno.

Oltre a intervenire con i tubi in vetroresina è consigliabile sagomare il fronte a forma concava in modo da favorire la canalizzazione delle tensioni ai lati dello scavo e garantire una maggior sicurezza.

La chiodatura del fronte si realizza in terreni da semicoerenti a coerenti soggetti ad alterazione chimico-fisiche e a fenomeni di estrusione del nucleo che tende a muoversi verso la parte già scavata.

E' preferibile che i tubi siano forniti della lunghezza richiesta dal progetto. Nel caso siano forniti in spezzoni, questi dovranno essere giuntati con manicotti in vetroresina.

Il collegamento del manicotto e degli spezzoni deve essere realizzato per incollaggio con resina epossidica oltre che per avvitamento.

Il prodotto deve essere spalmato mediante spatola o pennello in maniera uniforme sulla parte di tubo in vetroresina da avvitarci al manicotto, utilizzando non meno di 70÷80 grammi di prodotto per ciascuna estremità delle barre. Le parti incollate dovranno maturare per non meno di 3÷4 giorni.

La testa dei tubi dovrà essere dotata di un'apposita cianfrinatura in materiale plastico o similare a forma troncoconica, che impedisca la fuoriuscita della cementazione, in particolare nel caso di perforazioni inclinate verso l'alto. La cianfrinatura così conformata dovrà essere inoltre dotata di un tubicino di sfiato da posizionare al di sopra di ogni tubo. La testa del tubo sarà dotata di una valvola a sfera di non ritorno in ABS con attacco rapido a baionetta per la pompa di iniezione. Per evitare che il tubo si intasi, durante la fase di inserimento nel foro, sarà opportuno che l'altra estremità sia dotata di un tappo in materiale plastico e che quindi la miscela di iniezione fuoriesca da opportune valvole a manchette. Le perforazioni e l'inserimento della miscela nel foro devono essere eseguite con un'attrezzatura per perforazione a secco, preferibilmente ad elica; in questo caso la perforazione del terreno dovrà essere eseguita con un diametro minimo tale da permettere l'esecuzione agevole ed efficace di tutte le operazioni previste. L'operazione successiva di inserimento del tubo nel foro dovrà avvenire immediatamente dopo l'esecuzione della perforazione.

Per evitare franamenti del foro appena eseguito, la cementazione dovrà avvenire immediatamente dopo l'inserimento del tubo nel foro stesso.

Il riempimento del foro con la cementazione, avverrà da fondo foro verso il paramento del fronte per i fori inclinati verso il basso e viceversa per quelli verso l'alto (al fine di evitare bolle d'aria e tratti mal cementati).

#### G.6) ARCO ROVESCIO.

E' un elemento strutturale che realizza la chiusura nella parte inferiore delle opere di rivestimento della galleria conferendo loro una maggiore rigidità.

Nel caso di terreni difficili può essere utilizzato per agire sul rivestimento di prima fase.

Quando viene posto in opera entro 3 diametri dal fronte di scavo ha funzione di contenimento sull'ammasso al contorno. In questo caso può essere preceduto dal getto delle murette, che avranno le interfacce con i futuri getti di calotta e dell'arco rovescio stesso sagomate a raggio.

Se l'arco rovescio viene gettato per primo sarà subito seguito da quello delle murette per fornire il necessario contrasto al rivestimento di prima fase.

Quando vengono adottati interventi conservativi di precontenimento l'arco rovescio sarà gettato entro 1.5 diametri dal fronte.

Se la situazione lo richiede può essere consigliabile, terminato lo scavo dell'arco rovescio, mettere in opera puntoni di contrasto di curvatura pari a quelle di estradosso collegati alle centine, in modo da chiudere subito il rivestimento di prima fase, prima ancora della presa del calcestruzzo.

Il getto dell'arco rovescio deve essere eseguito su rocce in posto e non su materiale smosso; eventuali sovrascavi dovranno essere riempiti e risagomati con conglomerato cementizio magro.

E' sempre preferibile prevedere archi rovesci senza maglie di armatura, eventualmente modificandone la curvatura e/o utilizzando calcestruzzo fibrorinforzato con  $R_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$ .

Il tipo e lo spessore dell'arco sarà stabilito in sede di progetto in funzione della sezione tipo adottata e controllata in corso d'opera secondo quanto previsto dalla normativa vigente (DM 14/02/'92) e dalle prove sui calcestruzzi fibrorinforzati.

#### G.7) RIVESTIMENTO DI 2<sup>a</sup> FASE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE O ARMATO.

Il rivestimento consiste in un getto di dato spessore di conglomerato cementizio contro le pareti della galleria, mediante apposite casseforme.

Se previsto nel progetto dovrà anche essere armato.

In alcuni casi può essere realizzato mediante posa in opera di conci prefabbricati ed eventualmente precompressi.

Il calcestruzzo utilizzato sarà almeno di classe  $R_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$ .

Il tipo e lo spessore del rivestimento sarà stabilito in sede di progetto in funzione della sezione tipo adottata.

Si dovranno osservare gli spessori di rivestimento prescritti nel progetto ed evitare la presenza di vuoti all'estradosso delle murature. Dovrà essere ben eseguita la ripresa con i getti precedenti e la preparazione e pulitura delle superfici con le quali i getti stessi dovranno venire a contatto.

La superficie in vista dei getti di rivestimento in sotterraneo dovrà risultare perfettamente regolare e profilata secondo i disegni di progetto, curata in modo particolare nei tratti in curva.

Per i getti da eseguirsi in presenza d'acqua si dovranno attuare adeguati sistemi di captazione delle acque e di drenaggio delle stesse.

Per quanto attiene ai controlli si rimanda a quanto prescritto per le opere in calcestruzzo dalla vigente normativa **UNI EN 206 – 2006 e UNI 11104:2004**

#### H) IMPERMEABILIZZAZIONE ESEGUITA IN SOTTERRANEO CON GUAINA IN PVC

La Direzione Lavori ha facoltà di ordinare, per determinati tratti o superfici di galleria, l'impermeabilizzazione con guaine di PVC, in conformità alle prescrizioni riportate di seguito.

Le caratteristiche del foglio impermeabile in PVC elastico preconfezionato saranno le seguenti:

Caratteristiche	Valore	Norma di riferimento
spessore	2 mm	-
peso specifico	1,3 g/cm <sup>3</sup>	-
resistenza a pressione	10 atm	DIN 16938
allungamento a rottura	300%	DIN 16938 E
resistenza a compressione	300 N/cm <sup>2</sup>	-
durezza A-Shore	75	DIN 53505
resistenza a trazione	1700 N/cm <sup>2</sup>	DIN 16938 E
resistenza al calore	+ 70°C	-
resistenza al freddo	- 40°C	DIN 53372
piegamento a freddo	- 20°C	DIN 16938
imputrescibilità	illimitata	-

L'impermeabilizzazione viene disposta fra il priverivestimento in calcestruzzo spruzzato ed il rivestimento in calcestruzzo; essa consta di uno strato di compensazione e di uno strato impermeabile composto da fogli in PVC saldati fra loro.

Sono previsti i seguenti magisteri:

- la captazione di eventuali forti venute d'acqua, tali da impedire la regolare stesa dei fogli di compensazione e di impermeabilizzazione ottenuta mediante impiego di tubi drenanti di materiale plastico, protetti da uno strato di lana di vetro; i tubi saranno fissati con malta di cemento e accelerante, ricoperti da uno strato di gunite fine e collegati col drenaggio al piede del rivestimento impermeabilizzante;
- la eliminazione delle parti metalliche sporgenti, quali teste di ancoraggio, reti metalliche, ecc.;
- la regolarizzazione con gunite avente lo spessore minimo di 5 mm. del priverivestimento esistente per raccordare eventuali punte e cavità della roccia e parti metalliche quali centine, catene, ecc.;
- la fornitura e la posa in opera dello strato di compensazione, costituito da un feltro di materiale sintetico non infiammabile, di peso non inferiore a 400 g/m<sup>2</sup>;
- la fornitura e posa di dischi e/o listoni in PVC semirigido fissati al priverivestimento mediante chiodi a sparo o mediante tasselli ad espansione, con funzione di ancoraggio dello strato di compensazione e di sostegno dello strato impermeabile, nel numero di 4 dischi/m<sup>2</sup> oppure di 1 listone/m.;
- la fornitura e la posa in opera dello strato impermeabile, costituito da un foglio in PVC elastico preconfezionato rispondente alle caratteristiche sopra specificate;
- il fissaggio dei fogli in PVC ai dischi e/o listoni di ancoraggio mediante termosaldatura; dopo questa operazione il foglio dovrà presentarsi senza gobbe o pieghe, ben disteso fra gli ancoraggi cui è stato vulcanizzato;
- la saldatura delle riprese fra i fogli di PVC mediante sovrapposizione dei lembi e successiva sigillatura per termofusione in modo da formare un giunto a perfetta tenuta;
- la formazione del drenaggio al piede della impermeabilizzazione, con fornitura e posa in opera di tubo in materiale plastico forato e sistemato in apposita canaletta ricavata nel calcestruzzo della "muretta" e collegato ai pozzetti di raccolta del marciapiede.

L'impermeabilizzazione di cui al presente articolo verrà compensata, per i tratti e le superfici ordinati dalla Direzione Lavori, col corrispondente prezzo di Elenco.

In esso si intendono compresi e compensati, oltre alle forniture, prestazioni e magisteri sopra descritti, anche tutti gli altri oneri occorrenti per l'esecuzione della impermeabilizzazione e per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte, ed in particolare:

- il montaggio e lo smontaggio delle attrezzature mobili e dei ponteggi;
- la ventilazione e l'illuminazione del luogo di lavoro;
- la fornitura di aria compressa, energia elettrica, e quanto altro occorre;
- tutti gli oneri che possono derivare all'Impresa per la esecuzione di lavori in sotterraneo.

### **ART. 35** **SOVRASTRUTTURA STRADALE** **(Strati di fondazione, di base, di collegamento e di usura.** **Trattamenti superficiali)**

In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione dei Lavori, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50.

Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2,50%.

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 pendenza che la Direzione dei Lavori stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilineo o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, sono quelli stabiliti, per ciascun tratto dal progetto e verificati dalla Direzione dei Lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio.

L'Impresa indicherà alla Direzione dei Lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono.

La Direzione dei Lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso il Laboratorio del Centro Sperimentale Stradale dell'A.N.A.S. di Cesano (Roma) o presso altri Laboratori ufficiali.



Per il controllo delle caratteristiche tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere.

L'approvazione della Direzione dei Lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Impresa avrà cura di garantire la costanza, nella massa e nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,50, disposto secondo due direzioni ortogonali; è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purchè questa differenza si presenti solo saltuariamente.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre alla 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.

#### **A.01) PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO**

Il terreno interessato dalla costruzione del corpo stradale che dovrà sopportare direttamente o la sovrastruttura o i rilevati, verrà preparato asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata dal progetto o stabilito dalla Direzione dei Lavori. I piani di posa dovranno anche essere liberati da qualsiasi materiale di altra natura vegetale, quali radici, cespugli, alberi. Per l'accertamento del raggiungimento delle caratteristiche particolari dei sottofondi qui appresso stabilite, agli effetti soprattutto del grado di costipamento e dell'umidità in posto. L'Impresa, indipendentemente dai controlli che verranno eseguiti dalla direzione dei lavori, dovrà provvedere a tutte le prove e determinazioni necessarie.

A tal uopo dovrà quindi a sue cure e spese, installare in cantiere un laboratorio con le occorrenti attrezzature.

Le determinazioni necessarie per la caratterizzazione dei terreni ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, verranno preventivamente fatte eseguire dalla Direzione dei Lavori presso un laboratorio pubblico, cioè uno dei seguenti laboratori: quelli delle Università, delle Ferrovie dello Stato o presso il laboratorio della ANAS.

Rimosso il terreno costituente lo strato vegetale, estirpate le radici fino ad un metro di profondità sotto il piano di posa e riempite le buche così costituite si procederà, in ogni caso, ai seguenti controlli:

- a) determinazione del peso specifico apparente del secco del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio;
- b) determinazione dell'umidità in sito in caso di presenza di terre sabbiose, ghiaiose o limose;
- c) determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

#### **A.02) COSTIPAMENTO DEL TERRENO IN SITO**

A) Se sul terreno deve essere appoggiata la sovrastruttura direttamente o con l'interposizione di un rilevato di altezza minore di cm 50, si seguiranno le seguenti norme:

- a) per le terre sabbiose o ghiaiose, si dovrà provvedere al costipamento del terreno per uno spessore di almeno cm 25 con adatto macchinario fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco in sito, pari almeno al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio;
- b) per le terre limose, in assenza d'acqua si procederà come al precedente capo a);
- c) per le terre argillose si provvederà alla stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro idoneo, in modo da ottenere un conglomerato, a legante naturale, compatto ed impermeabile, dello spessore che verrà indicato volta per volta e costipato fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 95% del massimo ottenuto in laboratorio. Nel caso in cui le condizioni idrauliche siano particolarmente cattive, il provvedimento di cui sopra sarà integrato con opportune opere di drenaggio.

B) Se il terreno deve sopportare un rilevato di altezza maggiore di m 0,50, si seguiranno le seguenti norme:

- a) per terre sabbiose o ghiaiose si procederà al costipamento del terreno con adatto macchinario per uno spessore di almeno 25 centimetri, fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari all'85% del massimo ottenuto in laboratorio per rilevati aventi una altezza da m 0,50 a m 3, e pari all'80 per cento per rilevati aventi una altezza superiore a m 3;
- b) per le terre limose in assenza di acqua si procederà come indicato al comma a);
- c) per le terre argillose si procederà analogamente a quanto indicato al punto c) del capo A).

In presenza di terre torbose si procederà in ogni caso alla sostituzione del terreno con altro tipo previsto dal progetto per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico.

### **A.03) MODIFICAZIONI DELL'UMIDITA' IN SITO**

L'umidità di costipamento non dovrà mai essere maggiore del limite di ritiro diminuito del 5%; nel caso che l'umidità del terreno in sito sia maggiore di questo valore, occorrerà diminuire questovalore dell'umidità in loco, mescolando alla terra, per lo spessore che verrà indicato dalla Direzione dei Lavori, altro materiale idoneo asciutto, o lasciando asciugare all'aria previa disgregazione.

Qualora operando nel modo suddetto l'umidità all'atto del costipamento, pari a quella del limite di ritiro diminuito del 5%, risultasse inferiore a quella ottima ottenuta in laboratorio, dovrà provvedersi a raggiungere il prescritto peso specifico apparente aumentando il lavoro meccanico di costipamento.

### **A.04) RIVESTIMENTO E CIGLIATURE CON ZOLLE E SEMINAGIONI**

Tanto per le inzollature che per le seminagioni si dovranno preparare preventivamente le superfici da trattare riportando in corrispondenza alle stesse uno strato uniforme di buona terra vegetale, facendo bene aderire al terreno sottostante, esente da radici, da erbe infestanti e da cotiche erbose, dello spessore di almeno 20 centimetri.

Per la inzollatura delle scarpate da eseguire dove l'ordinerà la Direzione dei Lavori si useranno dove è possibile, zolle di 20 a 25 cm e di almeno 5 cm di spessore, disposte a connesure alternate, zolle provenienti dagli scoticamenti generali eseguiti per gli scavi o per la preparazione del terreno, purchè le zolle siano tuttora vegetali.

Le zolle saranno assestate battendole col rovescio del badile, in modo da farle bene aderire al terreno.

Per le seminagioni su scarpate si impiegheranno di regola semi di erba medica in quantitativi corrispondenti ad almeno 50 Kg per ettaro o stoloni di gramigna.

Sulle superfici piane potrà essere ordinata anche la seminagione di loglietto, in quantitativi corrispondenti ad almeno 200 kg di semi per ettaro.

In ogni caso la seminagione deve essere rullata e rastrellata in modo che i semi e gli stoloni di gramigna abbiano a risultare sicuramente coperti da uno strato di terra, di spessore maggiore (2÷3 cm) nel caso di gramigna.

Le seminagioni saranno mantenute umide dopo la loro ultimazione, mediante innaffiature, in modo da conservare e aiutare la vegetazione.

La seminagione sarà eseguita a stagione propizia.

### **A1) STRATI DI FONDAZIONE**

#### **1. FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE**

Tale fondazione è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione dei Lavori in relazione alla portanza del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

#### **a) Caratteristiche del materiale da impiegare.**

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

1) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, nè forma appiattita, allungata o lenticolare; granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I.

Miscela passante % tot.in peso

Crivello 71	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

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- 4) perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- 5) equivalente in sabbia <sup>4</sup> misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM, compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6);
- 6) indice di portanza CBR<sup>5</sup>, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di +2% 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 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

## b) Studi preliminari

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

## c) Modalità esecutive

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

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

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi 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 ricostruito 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 verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata<sup>6</sup>.

<sup>4</sup>N° 4 ASTM. La prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento.

<sup>5</sup>ASTM D 1883/61 - T, oppure C.N.R. - U.N.I. 10009 - Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra.

<sup>6</sup>AASHO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

Il valore del modulo di compressibilità  $M_E$ , misurato con il metodo di cui all'art. " Movimenti di terre" ma nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm<sup>2</sup>.

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

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

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 lavoro 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, ovvero 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.

## 2. FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO

### a) Descrizione

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori. Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

### b) Caratteristiche dei materiali da impiegarsi

**Inerti.** Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (la D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,075 mm) aventi i seguenti requisiti:

- 1) l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm, nè forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I.

Miscela passante % tot.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

$$d_r = \frac{d_i P_c (100 - x)}{100 P_c - x d_i}$$

dove:

$d_r$  = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quella AASHO modificata determinata in laboratorio;

$d_i$  = densità della miscela intera;

$P_c$  = 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 35 mm, 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 di trattenuto al crivello da 25 mm).

- 3) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore o uguale al 30%;
- 4) equivalente in sabbia compreso tra 30 e 60;
- 5) indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).

L'Impresa, dopo aver eseguito prove di laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri. Verrà ammessa una tolleranza di  $\pm 5\%$  fino al passante al crivello 5 e di  $\pm 2\%$  per il passante al setaccio 2 e inferiori.

*Legante.* Verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno).

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

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

### **c) Miscela - Prove di laboratorio e in sito**

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

Resistenza Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (C.N.R. - U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm<sup>3</sup>); 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 cm 17,78.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello U.N.I. 25 mm (o setaccio ASTM 3/4") 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 T 180 e 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm 50,8, peso pestello Kg 4,54, altezza di caduta cm 45,7).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20°C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

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

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm<sup>2</sup> e non superiori a 4,5 N/mm<sup>2</sup> ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" <sup>7</sup> non inferiore a 0,25 N/mm<sup>2</sup>. (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 scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

<sup>7</sup>Prova a trazione mediante la compressione di provini cilindrici posti orizzontalmente alla pressa. La resistenza a trazione viene calcolata secondo:

$$\sigma_2 = \frac{2P}{\pi d h}$$

con:

$\sigma_2$  = resistenza trazione in N/mm<sup>2</sup>

P = carico di rottura in Kg;

d = diametro del provino cilindrico in cm;

h = altezza del provino cilindrico in cm.

#### **d) Preparazione.**

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, ed il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m<sup>3</sup> di miscela.

#### **e) Posa in opera.**

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento).

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambientali inferiori a 0°C o superiori a 25°C né sotto pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25°C e i 30°C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

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

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

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

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

#### **f) Protezione superficiale**

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

#### **g) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione**

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto. Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i 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 può essere ottenuto attraverso l'applicazione della formula di trasformazione dell'art. "Sovrastruttura stradale", oppure attraverso 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 col 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 controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15÷20 giorni di stagionatura), su provini estratti da quest'ultimo tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105°÷110°C fino al peso costante, ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino; in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela, che per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate al punto b) del presente articolo.

La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 m<sup>3</sup> di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino preparato con la miscela stesa non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinata in laboratorio di oltre  $\pm 20\%$ , e comunque non dovrà mai essere inferiore a 2,5 N/mm<sup>2</sup> per la compressione e 0,25 N/mm<sup>2</sup> per la trazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario. Qualora si riscontrino un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spese lo strato per il suo intero spessore.

## **B) STRATO DI BASE**

### **a) Descrizione**

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. I delle Norme CNR sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), normalmente dello spessore di 15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati e metallici.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

### **b) Materiali inerti**

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme CNR-1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme CNR - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. CNR n. 34 (28.3.1973) anziché col metodo DEVAL:

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della Direzione Lavori e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

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 dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia determinato secondo norma B.U. CNR n. 27 (30.3.1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree e costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): % passante in peso: 100;

- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): % passante in peso: 90.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

### **c) Legante.**

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 60 - 70.

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. - fasc. II/1951, per il bitume 60÷80, salvo il valore di penetrazione a 25°C, che dovrà essere compreso fra 60 e 70, ed il punto di rammollimento, che dovrà essere compreso fra 47°C e 56°C. Per la valutazione delle caratteristiche di: penetrazione, punto di rammollimento P.A., punto di rottura Fraas, duttilità e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: B.U. CNR n. 24 (29.12.1971); B.U. CNR n. 35 (22.11.1973); B.U. CNR n. 43 (6.6.1974); B.U. CNR n. 44 (29.10.1974); B.U. CNR n. 50 (17.3.1976).

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra - 1,0 e + 1,0:

$$\text{indice di penetrazione} = \frac{20 u - 500 v}{u + 50 v}$$

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)

#### d) Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante % tot.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 3,5% e il 4,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. CNR n. 30 (15.3.1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè in 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 compresa 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.

#### e) Controllo dei requisiti di accettazione

L'Impresa ha l'obbligo di fare 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 e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

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. 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 carote prelevate in sito.

In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa 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, 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 del volume (B.U. CNR n. 40 del 30.3.1973), media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. CNR n. 39 del 23.3.1973), 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 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.

#### **f) 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 delle 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'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi 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 corrispondenti 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 150 e 170°C, e quella del legante tra 150 e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essicatori, 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 0,5%.

#### **g) 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 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 in ragione di 0,5 Kg/m<sup>2</sup>.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

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

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

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

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

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

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

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

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

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa.

Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo norma B.U. C.N.R. n. 40 (30 marzo 1973), su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove.

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 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

## **C) STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA**

### **a) Descrizione**

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 dalla Direzione Lavori.

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

### **b) Materiali inerti**

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme CNR 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta con metodo Los Angeles secondo le Norme B.U. CNR n. 34 (28 marzo 1973) anziché col metodo DEVAL.

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

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

Per strati di collegamento:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore al 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;

- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953).

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

Per strati di usura:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore od uguale al 20%;
- almeno un 30% in peso del materiale della 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/mm<sup>2</sup>, nonchè resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R. fascicolo IV/1953, inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo (C.N.R. fascicolo IV/1953) 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 sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art. 5 delle Norme del C.N.R. predetto ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHTO T 176, non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo (C.N.R., fascicolo IV/1953) con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2÷5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

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

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asphaltica contenente il 6 - 8% di bitume ed 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.

### c) Legante

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60÷70 salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di base.

### d) 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.	Miscela passante % tot.in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	65÷100
Crivello 10	50÷80
Crivello 5	30÷60
Setaccio 2	20÷45
Setaccio 0,4	7÷25
Setaccio 0,18	5÷15
Setaccio 0,075	4÷8

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

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere 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 900 Kg.

Inoltre il valore di rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 - 7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

2) Strato di usura. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante % tot.in peso
Crivello 15	100
Crivello 10	70÷100
Crivello 5	43÷67
Setaccio 2	25÷45
Setaccio 0,4	12÷24
Setaccio 0,18	7÷15
Setaccio 0,075	6÷11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportata.

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 assetamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova B.U. CNR n. 30 del 15 marzo 1973) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 100 N (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 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%.

A 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, riferentesi alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro 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, poichè la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

### e) Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

#### **f) 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.

#### **g) Attivanti l'adesione**

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati possono essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato ("dopes" di adesività).

Esse saranno impiegate negli strati di base e di collegamento, mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori:

- 1) quando la zona di impiego del conglomerato, in relazione alla sua posizione geografica rispetto agli impianti più prossimi, è tanto distante dal luogo di produzione del conglomerato stesso da non assicurare, in relazione al tempo di trasporto del materiale, la temperatura di 130°C richiesta all'atto della stesa;
- 2) quando anche a seguito di situazioni meteorologiche avverse, la stessa dei conglomerati bituminosi non sia procrastinabile in relazione alle esigenze del traffico e della sicurezza della circolazione.

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 chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% rispetto al peso del bitume.

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

L'immissione di sostanze attivanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

#### **D) TRATTAMENTI SUPERFICIALI**

Immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima e di seconda mano l'Impresa delimiterà i bordi del trattamento con un arginello di sabbia onde ottenere i trattamenti stessi profilati ai margini.

Ultimato il trattamento resta a carico dell'Impresa l'ulteriore profilatura mediante l'asportazione col piccone delle materie esuberanti e colmatura delle parti mancanti con pietrischetto bituminoso.

#### **a) 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 3,00 per metro quadrato.

Tale quantitativo dovrà essere applicato in due tempi.

In un primo tempo sulla superficie della massiciata dovranno essere sparsi Kg 2,00 di emulsione bituminosa e dm<sup>3</sup> 12 di graniglia da mm 10 a 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di Kg 1,00 di emulsione bituminosa e dm<sup>3</sup> 8 di graniglia da mm 5 a 10 per ogni metro quadrato.

Allo spargimento della graniglia seguirà un leggera rullatura da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere la buona penetrazione della graniglia negli interstizi superficiali della massiciata.

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 nonchè, per la prima applicazione, la buona penetrazione nel secondo strato della massiciata 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 benestare 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 massiciata.

#### **b) Trattamento con bitume a caldo**

Il trattamento con bitume a caldo, su pavimentazioni bitumate, sarà fatto utilizzando almeno 1 Kg/m<sup>2</sup> 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 del bitume a caldo sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di caldo e secco. Ciò implica che i mesi più favorevoli sono quelli dal maggio al 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 ogni 100  $m^2$ , dovrà costituirsi il manto per la copertura degli elementi pietrosi della massiciata 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 tonn. 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 tutte sue cure quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero inizio 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'Amministrazione 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.

### **c) Trattamento a caldo con bitume liquido**

Il bitume liquido da impiegare per l'esecuzione di trattamenti dovrà essere quello ottenuto con flussaggio di bitume a penetrazione 100÷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 VII delle norme del 1957 del C.N.R.

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 ambienti inferiori agli 8°C.

Con le consuete modalità si procederà al prelievo dei campioni prima dell'impiego, i quali verranno sottoposti all'analisi presso il Centro Sperimentale dell'A.N.A.S. di Cesano o presso altri 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 accessi di bitume, rimanendo stabilito che le aree così trattate dovranno essere raschiate e sottoposte a nuovo trattamento a totale spesa dell'Appaltatore.

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 alla sparsa della graniglia minuta ad intasamento dei vuoti rimasti fra gli elementi del pietrischetto precedentemente sparso.

Allo spandimento completo del pietrischetto e della graniglia susseguirà 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 della sparsa, siano ben 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'Appaltatore provvederà a sua cura e spese all'apposizione di cartelli di segnalazione, cavalletti, ecc., occorrenti per la chiusura al traffico delle estese trattate.

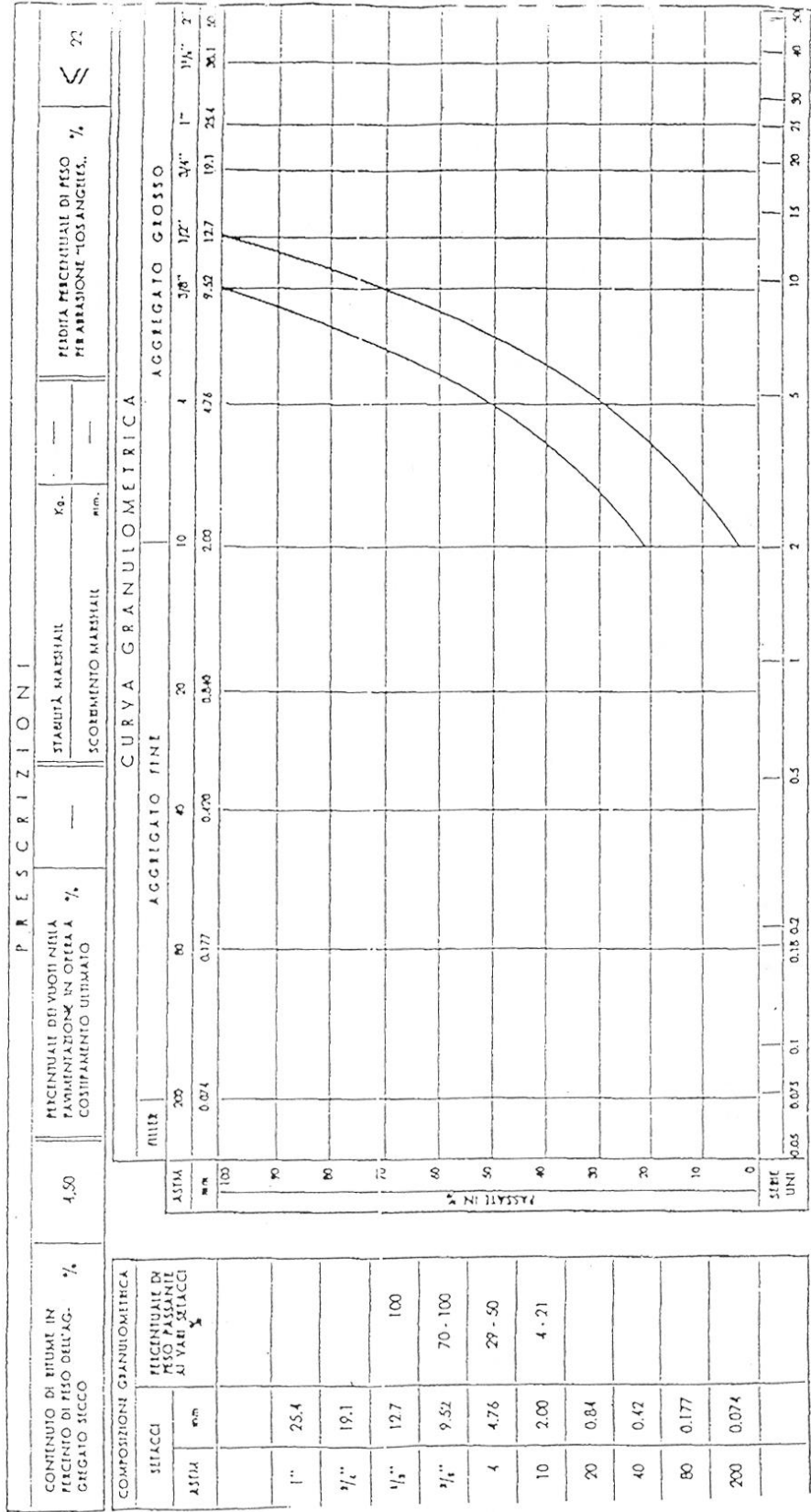
Il pietrischetto che risulterà non incorporato al bitume, per nessun motivo potrà essere impiegato in trattamenti di altre estese di strada.

Infine l'Appaltatore 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.

# CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO A

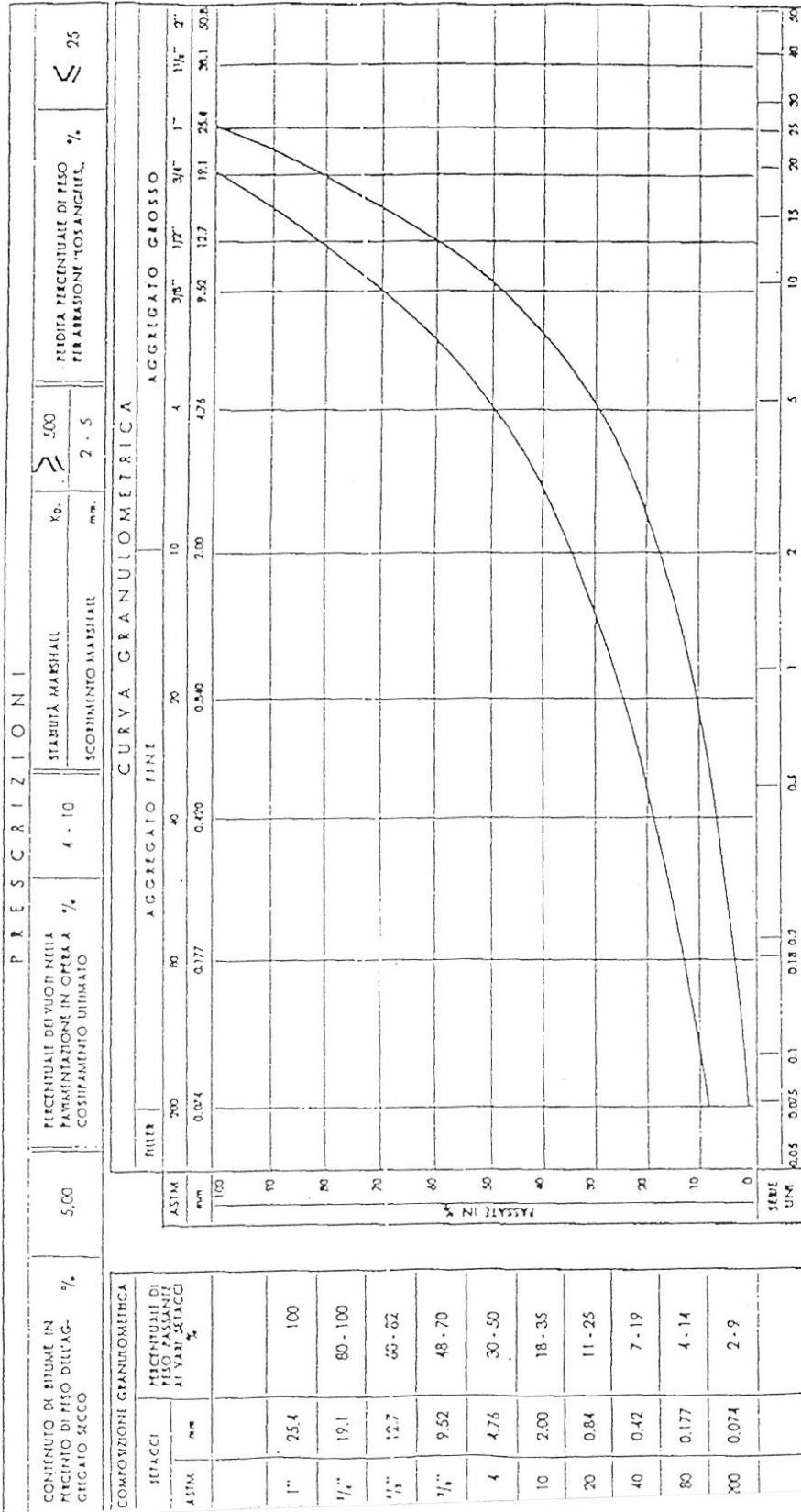
Pietrischetto bitumato su ricarica di pietrischetto cilindrato spessore compreso  $\leq$  mm 15





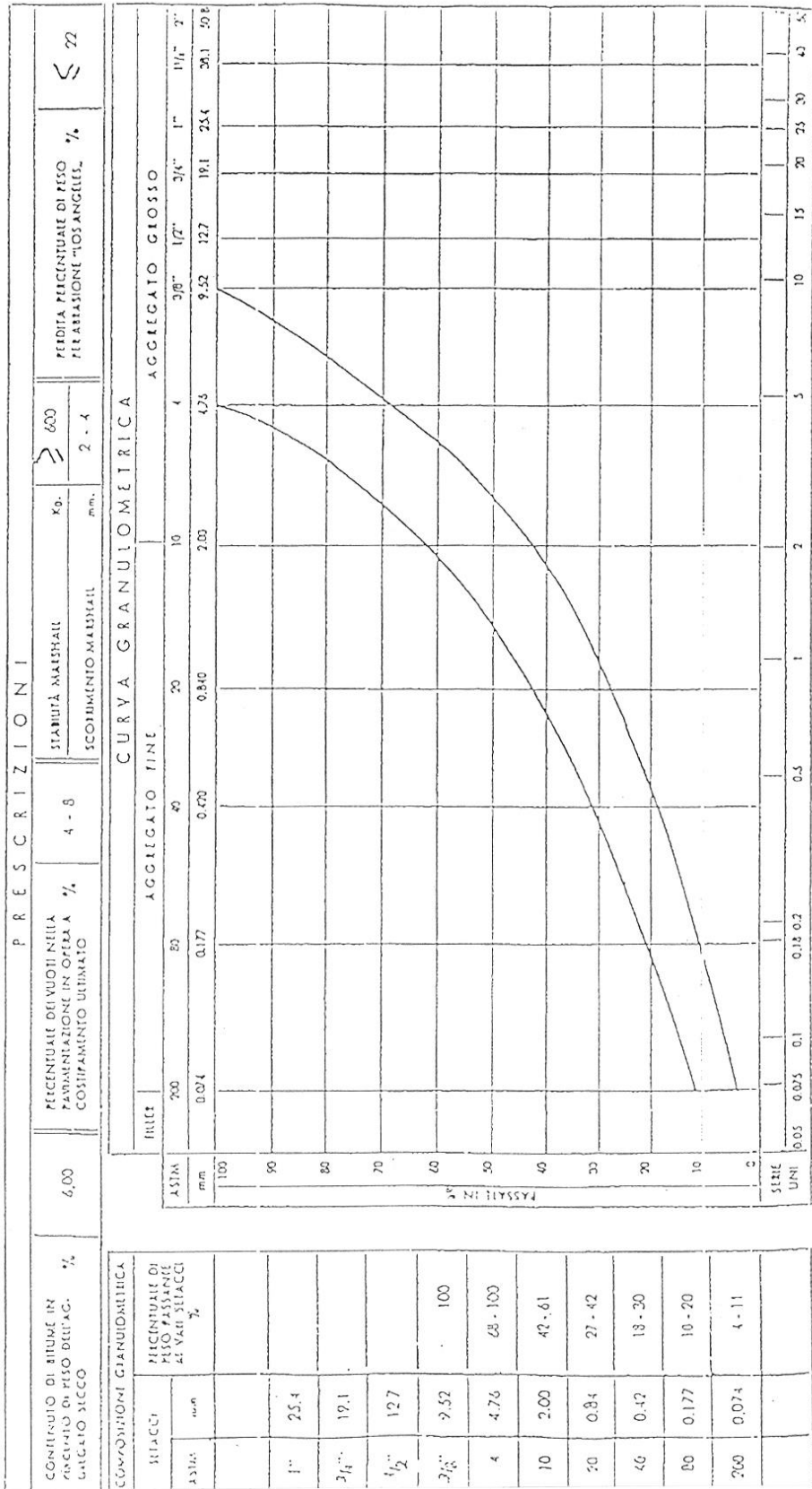
# CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO B

Strato di collegamento "BINDER", spessore compresso  $\geq$  mm 40



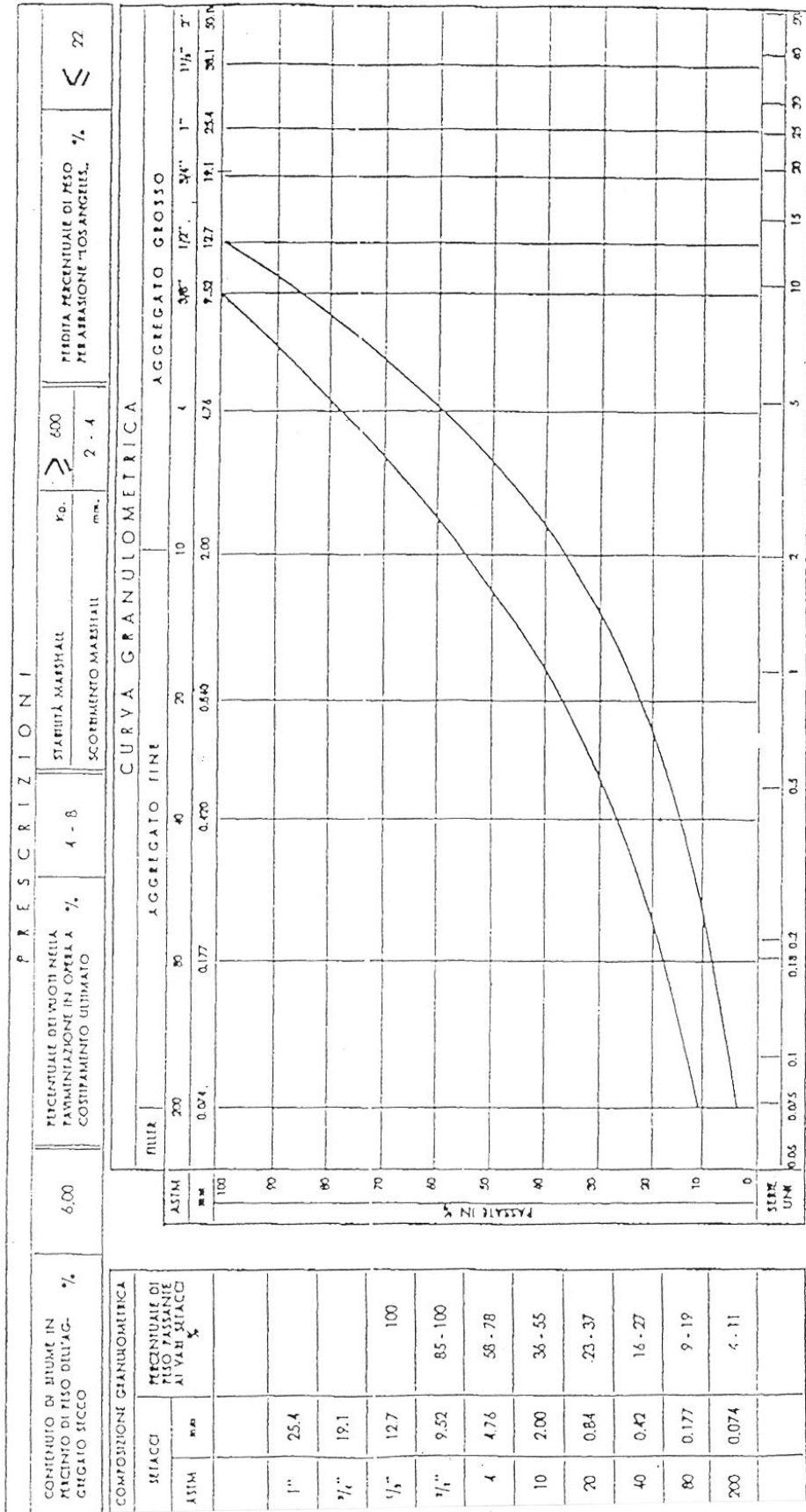
# CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO C

Manto d'usura spessore compresso  $\leq$  mm 25



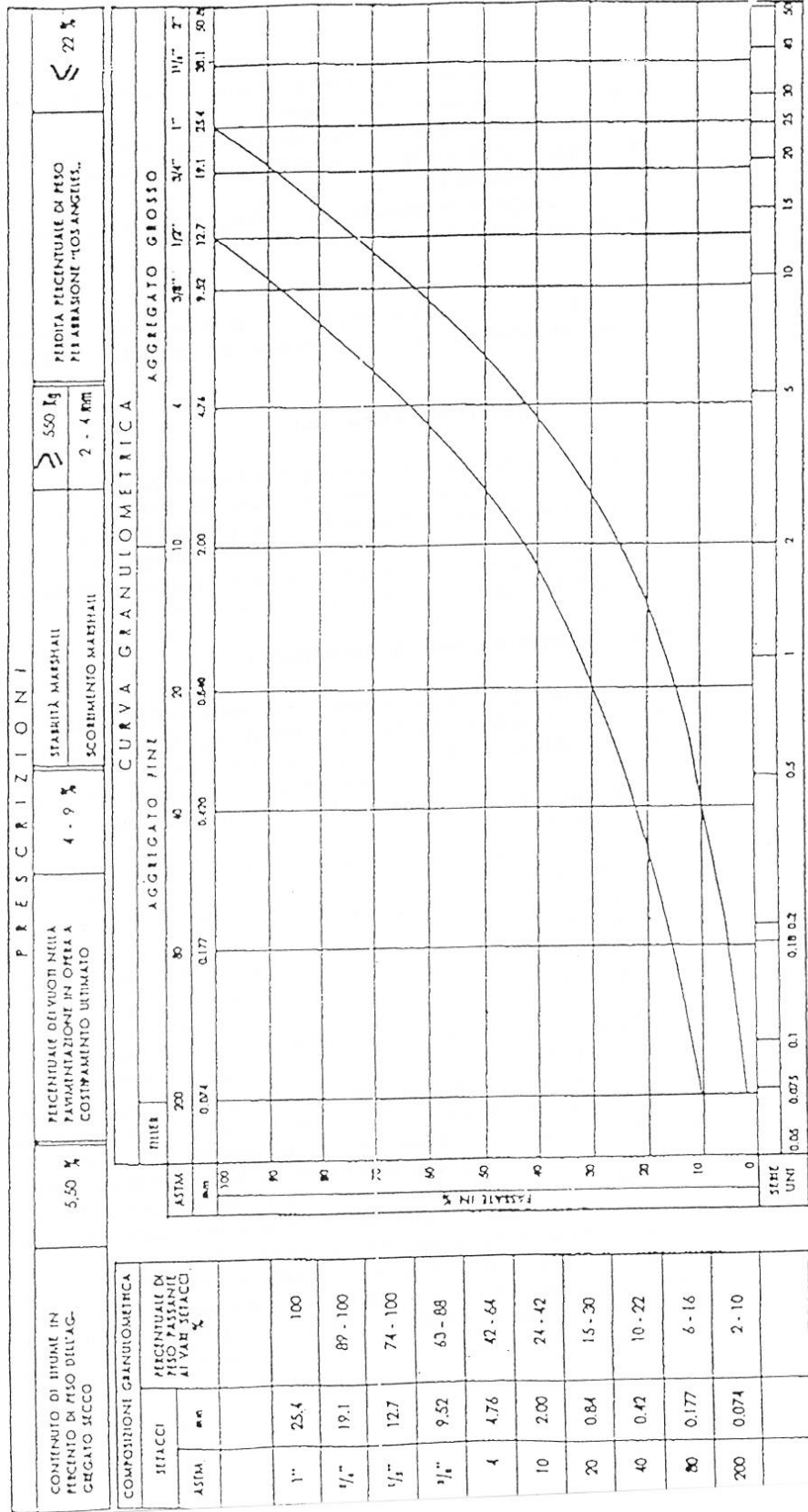
# CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO D

Manto d'usura spessore compresso  $\geq$  mm 30



# CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO E

Strato unico spessore compresso  $\geq$  mm 40



**ART. 36**  
**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 massiciata 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.

**ART. 37**  
**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.

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 possono 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 comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediante 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.

**ART. 38**  
**CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE**

**a) Descrizione**

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 "materiale da riciclare" 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.

## b) Materiali inerti

Le percentuali minime del materiale da riutilizzare non dovranno essere inferiori al 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.

## c) 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 d) che segue.

Il bitume fresco sarà normalmente del tipo di penetrazione 80/100, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

## d) 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).

$$Pt = 0,035 a + 0,045 b + cd + f$$

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  $\leq 5$

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

$$Pn = Pt - (Pv \cdot Pr)$$

in cui:

Pv = % di bitume vecchio preesistente (rispetto al totale degli inerti)

Pr = 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 gradi non dovrà superare 4000 poise, quindi, misurata la viscosità del legante estratto (b) è possibile calcolare la viscosità (sempre a 60 gradi) che dovrà avere il legante da aggiungere usando il monogramma su scala semilogaritmica del seguente diagramma:

Indicando con A il punto le cui coordinate sono: il valore ottenuto di Pn/Pt ed il valore della viscosità di 4000 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 gradi di un bitume CNR 80/100 è 2000 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 2000 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 (Norma C.N.R.). Il parametro J1 dovrà essere definito di volta in volta (a seconda del tipo di conglomerato), mentre per lo Jp a 40° C viene fissato il limite superiore di

$$20 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{da N.s.}$$

e) Per il controllo dei requisiti di accettazione valgono le prescrizioni relative dei conglomerati non rigenerati.

#### **f) 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 - 140 gradi).

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.

#### **g) Posa in opera delle miscele**

Valgono le prescrizioni dei conglomerati tradizionali con gli stessi requisiti anche per le densità in situ.

### **ART. 39**

#### **PAVIMENTAZIONI 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 V, C.N.R. Ed. 1954.

a) Materiali. Ferma restando la possibilità di usare materiali di qualsiasi provenienza, purchè rispondenti ai requisiti di cui sopra, la Direzione dei Lavori potrà richiedere che vengano impiegati cubetti di porfido del Trentino Alto Adige. La sabbia per la formazione del letto di posa e per il riempimento dei giunti, dovrà corrispondere ai requisiti di cui all'art. "Qualità e provenienza dei materiali" delle presenti Norme Tecniche. Quella da impiegare per il riempimento dei giunti dovrà passare per almeno l'80% al setaccio 2 della serie U.N.I.

b) 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 del Trentino 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 connesure, 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, cosicchè 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.

c) Sigillature dei giunti. Il lavoro dovrà essere eseguito, salvo diverse disposizioni dalla 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 - 40.

## **ART. 39 A** **PAVIMENTAZIONI DIVERSE**

(conglomerati asfaltici, bituminosi, catramosi, tarmacadam, etc., sopra sottofondi in cemento o macadam cilindrato; mattonelle in grès, asfalto, cemento, etc.; pavimenti in legno, gomma, ghisa e vari)

Per l'eventuale esecuzione di pavimenti di tipi sopraindicati e vari, generalmente da eseguire con materiali o tipi brevettati, e per i quali, dato il loro limitato uso su strade esterne non è il caso di estendersi nel presente capitolato a dare norme speciali, resta soltanto da prescrivere che, ove siano previsti e ordinati, l'impresa dovrà eseguirli secondo i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica per la loro costruzione e per l'impiego dei materiali che li costituiscono, attenendosi agli ordini che all'uopo potesse impartire la direzione dei lavori, anche in mancanza di apposite previsioni e prescrizioni nei capitolati speciali da redigere per i lavori da appaltare.

## **ART. 39 B** **ACCIOTTOLATI E SELCIATI**

*Acciottolati* - I ciottoli saranno disposti su di un letto di sabbia alto da cm 10 a 15, ovvero su di un letto di malta idraulica di conveniente spessore sovrapposto ad uno strato di rena compressa alto da mm 8 a 10.

I ciottoli dovranno essere scelti di dimensioni il più possibile uniformi e disposti di punta, a contatto tra loro, con la faccia più piana rivolta superiormente.



A lavoro finito, i ciottoli dovranno presentare una superficie uniforme secondo i profili e le pendenze volute, dopo che siano stati debitamente consolidati battendoli con mazzapicchio.

*Selciati* - I selciati dovranno essere formati con pietre squadrate e lavorate al martello nella faccia vista e nella faccia di combaciamento.

Si dovrà dapprima spianare il suolo e costiparlo con la mazzeranga, riducendolo alla configurazione voluta, poi verrà steso uno strato di sabbia dell'altezza di cm 10 e su questo verranno conficcate di punta le pietre, dopo aver stabilito le guide occorrenti.

Fatto il selciato, vi verrà disteso sopra uno strato di sabbia dell'altezza di cm 3 e quindi verrà proceduto alla battitura con la mazzeranga, inaffiando di tratto in tratto la superficie, la quale dovrà riuscire perfettamente regolare e secondo i profili descritti (potrà essere aggiunto, quando occorra, un sottostrato di ghiaia od anche un letto di malta idraulica dell'altezza di cm 20).

Nell'eseguire i selciati si dovrà avere l'avvertenza di collocare i prismi di pietra in guisa da far risalire la malta nelle connesure.

Per assicurare poi meglio il riempimento delle connesure stesse, si dovrà versare sul selciato altra malta stemperata con acqua e ridotta allo stato liquido.

Nei selciati a secco abbeverati con malta, dopo aver posato i prismi di pietra sullo strato di sabbia di cm 10, di cui sopra, conficcandoli a forza con apposito martello, si dovrà versare sopra un beverone di malta stemperata con acqua e ridotta allo stato liquido, e procedere infine alla battitura con la mazzeranga, spargendo di tratto in tratto altra malta liquida fino a che la superficie sia ridotta perfettamente regolare e secondo i profili stabiliti.

#### **ART. 40** **CORDONATA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

Gli elementi prefabbricati delle cordonate in calcestruzzo avranno sezione che sarà di volta in volta precisata dalla Direzione dei Lavori.

Saranno di norma lunghi cm 100, salvo nei tratti di curva a stretto raggio o casi particolari per i quali la Direzione dei Lavori potrà richiedere dimensioni minori.

Il calcestruzzo per il corpo delle cordonate dovrà avere una resistenza cubica a rottura a compressione semplice a 28 giorni di maturazione 30 N/mm<sup>2</sup>. Il controllo della resistenza a compressione semplice del calcestruzzo a 28 giorni di maturazione dovrà essere fatto prelevando da ogni partita di 100 pezzi un elemento di cordonatura dal quale saranno ricavati 4 provini cubici di cm 10 di lato.

Tali provini saranno sottoposti a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla D.L. e sarà assunta quale resistenza a rottura del calcestruzzo la media delle resistenze dei 4 provini.

Le operazioni di prelievo e di prova, da eseguire a cura della D.L. ed a spese dell'Impresa, saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla D.L. e dall'Impresa. Nel caso che la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto (almeno 30 N/mm<sup>2</sup>), 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. Gli elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo del tipo di fondazione di classe 100.

Gli elementi di cordolo verranno posati attestati, lasciando fra le teste contigue lo spazio di cm 0,5. Tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 Kg di cemento normale per m<sup>3</sup> di sabbia.

#### **ART. 41** **ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO:** **CANALETTE DI SCARICO, MANTELLATE DI RIVESTIMENTO SCARPATE, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA**

##### **GENERALITA'**

Per tutti i manufatti di cui al presente articolo, da realizzare in conglomerato cementizio vibrato, il controllo della resistenza a compressione semplice del calcestruzzo a 28 giorni di maturazione dovrà essere fatto prelevando, da ogni partita, un manufatto dal quale saranno ricavati 4 provini cubici di cm 5 di lato. Tali provini saranno sottoposti a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla D.L. e sarà assunta quale resistenza a rottura del calcestruzzo la media delle resistenze dei 4 provini.

Le operazioni di prelievo e di prova, da eseguire a cura della D.L. ed a spese dell'Impresa, saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla D.L. e dall'Impresa.

Nel caso 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.

#### **a) Canalette**

Saranno costituite da elementi prefabbricati aventi le misure di cm 50x50x20 e spessore di cm 5, secondo i disegni tipo di progetto. Gli elementi dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato avente una resistenza cubica a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 25 N/mm<sup>2</sup>. Il prelievo dei manufatti per la confezione dei provini sarà fatto in ragione di un elemento di canaletta per ogni partita di 500 elementi o per fornitura numericamente inferiore. Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dal fosso di guardia fino alla banchina.

Prima della posa in opera l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di calcestruzzo, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento e in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

Alla testata dell'elemento a quota inferiore, ossia al margine con il fosso di guardia, qualora non esista idonea opera muraria di ancoraggio, l'Impresa avrà cura di infiggere nel terreno 2 tondini di acciaio Ø 24, della lunghezza minima di ml 0,80.

Questi verranno infissi nel terreno per una lunghezza minima di cm 60, in modo che sporgano dal terreno per circa 20 cm. Analoghi ancoraggi saranno infissi ogni tre elementi di canaletta in modo da impedire lo slittamento delle canalette stesse. La sommità delle canalette che si dipartono dal piano viabile dovrà risultare raccordata con la pavimentazione mediante apposito imbocco da eseguirsi in calcestruzzo del tipo di fondazione di classe 250, prefabbricato o gettato in opera.

La sagomatura dell'invito dovrà essere fatta in modo che l'acqua non trovi ostacoli e non si crei quindi un'altra via di deflusso.

#### **b) Mantellate di rivestimento scarpate**

Le mantellate saranno composte da lastre di cm 25x50, spessore di 5 cm, affiancate in modo da ottenere giunti ricorrenti aperti verso l'alto, dove verrà inserita l'armatura di acciaio tanto in senso orizzontale quanto in senso verticale.

Le lastre costituenti il rivestimento dovranno essere prefabbricate in calcestruzzo vibrato avente una resistenza cubica a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 25 N/mm<sup>2</sup>. Il prelievo dei manufatti per la confezione dei provini sarà fatto in ragione di una lastra per ogni partita di 500 lastre o fornitura numericamente inferiore. Dovranno essere usati stampi metallici levigati affinché la superficie in vista delle lastre risulti particolarmente liscia e piana e gli spigoli vivi.

I bordi dovranno essere sagomati in modo da formare un giunto aperto su tutto il perimetro. L'armatura metallica incorporata nella mantellata dovrà essere composta da barre tonde lisce di acciaio del tipo Fe B 32 k del diametro di 6 mm, disposte nei giunti longitudinali e trasversali ed annegate nella malta di sigillatura nei giunti stessi.

L'armatura dovrà essere interrotta in corrispondenza dei giunti di dilatazione. Le lastre dovranno essere sigillate l'una all'altra con malta di cemento normale dosata a Kg 500, previa bagnatura dei giunti, lisciata a cazzuola in modo tale da rendere i detti giunti pressochè inavvertibili.

Durante i primi giorni il rivestimento dovrà essere bagnato, onde permettere alla malta di fare una presa razionale e, se occorre, dovrà essere ricoperto con stuoie. I giunti di dilatazione dovranno essere realizzati ogni 4-5 metri trasversalmente all'asse del canale in modo da interrompere la continuità del rivestimento.

Lo spazio risultante dal giunto sarà riempito con materiale bituminoso di appropriate caratteristiche e tale da aderire in maniera perfetta alle lastre cementizie. Nella scelta del bitume si dovrà avere particolare cura, onde evitare colamenti. Il terreno di posa delle lastre dovrà essere accuratamente livellato e costipato.

#### **c) Mantellate in grigliato articolato**

Saranno formate da elementi componibili prefabbricati in calcestruzzo vibrato avente resistenza cubica a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup>, opportunamente armato con tondini di acciaio Fe B 32 k del diametro di mm 6. Il prelievo dei manufatti per la preparazione dei provini sarà fatto in ragione di un elemento di mantellata per ogni partita di 500 elementi o fornitura numericamente inferiore. Ogni elemento avrà dimensioni di circa m<sup>2</sup> 0,25, con naselli ad incastro a coda di rondine sporgenti dal perimetro, che consentano di ottenere una mantellata continua ed articolata in grado di seguire gli assestamenti delle superfici di posa; lo spessore dell'elemento sia compreso fra i 9 ed i 10 cm e di peso tra i 30 e 35 Kg cadauno, in modo da ottenere una superficie di mantellata con peso di Kg 120÷140 per m<sup>2</sup>. Ogni elemento dovrà presentare un congruo numero di cavità a tutto spessore la cui superficie globale risulti fra il 35% ed il 40% dell'intera superficie dell'elemento stesso. Potranno essere richiesti elementi speciali provvisti di incastro a snodo articolato su pezzi in calcestruzzo armato, da utilizzarsi in quelle particolari posizioni ove siano previsti sforzi di trazione specie in corrispondenza di cambiamento di pendenza del rivestimento.

Potranno essere richiesti inoltre pezzi speciali per la protezione di superfici coniche.

La posa in opera sarà realizzata, previa regolarizzazione e costipamento delle superfici di posa, con il successivo riempimento delle cavità della mantellata con terra vegetale e la semina con idonei miscugli di specie erbacee.

La Stazione Appaltante si riserva eventualmente di provvedere direttamente, in proprio o a mezzo Ditta specializzata, alla fornitura di elementi prefabbricati di mantellate, nel qual caso l'Impresa ne curerà il trasporto dai luoghi di deposito a piè d'opera e la posa in opera come sopra specificato.

#### **d) Cunette e fossi di guardia in elementi prefabbricati**

Saranno costituiti da elementi prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato, avente resistenza cubica a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup> ed armato con rete a maglie saldate di dimensioni cm 12x12 in fili di acciaio del Ø mm 5.

Il prelievo dei manufatti per la preparazione dei provini sarà fatto in ragione di un elemento di cunetta per ogni partita di 100 elementi o fornitura numericamente inferiore. Gli elementi di forma trapezoidale o ad L, a norma dei disegni tipo di progetto ed a seconda che trattasi di rivestire cunette e fossi in terra di forma trapezoidale o cunette ad L, dovranno avere spessore di cm 6 ed essere sagomati sulle testate con incastro a mezza piolla.

La posa in opera degli elementi dovrà essere fatta sul letto di materiale arido costipato, avendo cura che in nessun posto restino dei vuoti che comprometterebbero la resistenza delle canalette.

E' compresa inoltre la stuccatura dei giunti con malta di cemento normale dosata a Kg 500.

### **ART. 42**

#### **SISTEMAZIONE CON TERRENO COLTIVO DELLE AIUOLE**

Le aiuole, sia costituenti lo spartitraffico, che le aiuole in genere, verranno sistemate con una coltre vegetale, fino alla profondità prescritta e previa completa ripulitura da tutto il materiale non idoneo. Il terreno vegetale di riempimento dovrà avere caratteristiche fisiche e chimiche tali da garantire un sicuro attecchimento e sviluppo di colture erbacee od arbustive permanenti, come pure lo sviluppo di piante a portamento arboreo a funzione estetica. In particolare il terreno dovrà risultare di reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto, privo di ciottoli, detriti, radici, erbe infestanti, ecc.

Il terreno sarà sagomato secondo i disegni e dovrà essere mantenuto sgombero dalla vegetazione spontanea infestante come pure non dovrà venire seminato con miscugli di erbe da prato. L'operazione di sgombero della vegetazione spontanea potrà essere effettuata anche mediante l'impiego di diserbanti chimici, purchè vengano evitati danni alle colture adiacenti o a materiali di pertinenza della sede stradale, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori.

Il terreno per la sistemazione delle aiuole potrà provenire da scavo di scoticamento per la formazione del piano di posa ovvero, in difetto di questo, da idonea cava di prestito.

### **ART. 43**

#### **LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE - OPERE IN VERDE**

La delimitazione delle aree da rivestire con manto vegetale, oppure da sistemare con opere idrauliche, estensive od intensive, ed i tipi di intervento saranno determinati di volta in volta che dette superfici saranno pronte ad essere sistemate a verde.

L'Impresa dovrà eseguire, con terreno agrario, le eventuali riprese di erosioni che possano verificarsi prima degli impianti a verde; le riprese saranno profilate con l'inclinazione fissata dalle modine delle scarpate.

L'Impresa non potrà modificare i piani inclinati degli scavi e dei rilevati che, anche dopo il rivestimento del manto vegetale, dovranno risultare perfettamente regolari e privi di buche, pedate od altro, compiendo a sua cura e spese, durante l'esecuzione dei lavori, e fino al collaudo, le riprese occorrenti per ottenere, nelle scarpate, una perfetta sistemazione.

In particolare si prescrive che, nell'esecuzione dei lavori di impianto, l'Impresa debba procedere in modo da non danneggiare i cigli del rilevato mantenendo le scarpate con l'inclinazione posseduta ed evitando qualsiasi alterazione, anche prodotta dal pedonamento degli operai.

#### **A) PREPARAZIONE AGRARIA DEL TERRENO**

Prima di effettuare qualsiasi impianto, o semina, l'Impresa dovrà effettuare un'accurata lavorazione e preparazione agraria del terreno, ed in particolare si prescrivono le seguenti operazioni:

### **a) Lavorazione del terreno**

Sulle scarpate di rilevato, dovrà avere il carattere di vera e propria erpicatura, eseguita però non in profondità, in modo da non compromettere la stabilità delle scarpate.

In pratica l'Impresa avrà cura di far lavorare il terreno a zappa, spianando eventuali leggere solcature, anche con l'eventuale riporto di terra vegetale, sì da rendere le superfici di impianto perfettamente profilate.

L'epoca di esecuzione dell'operazione è in relazione all'andamento climatico ed alla natura del terreno; tuttavia, subito dopo completata la profilatura delle scarpate, l'Impresa procederà senza indugio all'operazione di erpicatura, non appena l'andamento climatico lo permetta ed il terreno si trovi in tempera.

Con le operazioni di preparazione agraria del terreno, l'Impresa dovrà provvedere anche alla esecuzione di tutte le opere che si ritenessero necessarie per il regolare smaltimento delle acque di pioggia, come canalette in zolle, incigliature, od altro, per evitare il franamento delle scarpate o anche solo lo smottamento e la solcatura di esse.

Durante i lavori di preparazione del terreno, l'Impresa avrà cura di eliminare, dalle aree destinate agli impianti, tutti i ciottoli ed i materiali estranei che con le lavorazioni verranno portati in superficie.

Per le scarpate in scavo la lavorazione del terreno, a seconda della consistenza dei suoli, potrà limitarsi alla creazione di buchette per la messa a dimora di piantine o talee, oppure alla creazione di piccoli solchetti, o gradoncini, che consentano la messa a dimora di piante o la semina di miscugli.

Qualsiasi opera del genere, tuttavia, sarà eseguita in modo tale da non compromettere la stabilità delle scarpate e la loro regolare profilatura.

### **b) Concimazioni**

In occasione del lavoro di erpicatura, e prima dell'impianto delle talee, o delle piantine, o dell'impiantamento, l'Impresa dovrà effettuare a sua cura e spese le analisi chimiche dei terreni in base alle quali eseguirà la concimazione di fondo, che sarà realizzata con la somministrazione di concimi minerali nei seguenti quantitativi:

- concimi fosfatici: titolo medio 18% - 800 Kg per ettaro;
- concimi azotati: titolo medio 16% - 400 Kg per ettaro;
- concimi potassici: titolo medio 40% - 300 Kg per ettaro.

La somministrazione dei concimi minerali sarà effettuata in occasione della lavorazione di preparazione del terreno, di cui al precedente punto a).

Quando la Direzione dei Lavori, in relazione ai risultati delle analisi dei terreni ed alle particolari esigenze delle singole specie di piante da mettere a dimora, ritenesse di variare tali proporzioni, l'Impresa sarà obbligata ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, senza che ciò costituisca titolo per indennizzi o compensi particolari.

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 di amminutamento e di miscelamento del letame stesso con la terra.

Ogni eventuale sostituzione dovrà essere autorizzata per iscritto dalla Direzione dei Lavori ed il relativo onere deve intendersi compreso nei prezzi unitari d'Elenco.

L'uso di 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 concimazione di fondo, l'Impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi e tenendo comunque presente che lo sviluppo della vegetazione e del manto di copertura dovrà risultare, alla ultimazione dei lavori ed alla data di collaudo, a densità uniforme, senza spazi vuoti o radure.

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 e al conseguente risparmio dei lavori di risarcimento, diserbo, sarchiatura, ripresa di smottamenti ed erosioni, che risulterebbero più onerosi in presenza di non perfetta vegetazione, come pure ad ottenere il più uniforme e regolare sviluppo delle piante a portamento arbustivo.

I concimi usati, sia per la concimazione di fondo, sia per le concimazioni in copertura, dovranno venir trasportati in cantiere nella confezione originale della fabbrica e risultare comunque a titolo ben definito ed, in caso di concimi complessi, a rapporto azoto-fosforo-potassio precisato.

Da parte della Direzione dei 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, da impiegare nei vari settori costituenti l'appalto.

Prima dell'esecuzione delle concimazioni di fondo, l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, onde questa possa disporre per eventuali controlli d'impiego delle qualità e dei modi di lavoro.

Lo spandimento dei concimi dovrà essere effettuato esclusivamente a mano, con l'impiego di mano d'opera pratica e capace, in maniera da assicurare la maggiore uniformità nella distribuzione.

Per le scarpate in scavo sistemate con piantagioni, la concimazione potrà essere localizzata.

Nella eventualità che lo spessore della terra vegetale e la sua natura non dessero garanzia di buon attecchimento e successivo sviluppo delle piantagioni, l'Impresa è tenuta ad effettuare la sostituzione del materiale stesso con altro più adatto alle esigenze dei singoli impianti.

Resta d'altronde stabilito che di tale eventuale onere l'Impresa ha tenuto debito conto nella offerta di ribasso.

## **B) PIANTAMENTO**

Per la piantagione delle talee, o delle piantine, l'Impresa è libera di effettuare l'operazione in qualsiasi periodo, entro il tempo previsto per l'ultimazione, che ritenga più opportuno per l'attecchimento, restando comunque a suo carico la sostituzione delle fallanze o delle piantine che per qualsiasi ragione non avessero attecchito.

La piantagione verrà effettuata a quinconce, a file parallele al ciglio della strada, ubicando la prima fila di piante al margine della piattaforma stradale.

Tuttavia, ove l'esecuzione dei lavori di pavimentazione della strada lo consigli, la Direzione dei Lavori potrà ordinare che l'impianto venga eseguito in tempi successivi, ritardando la messa a dimora delle file di piantine sulle banchine o prossime al ciglio delle scarpate. Per tale motivo l'Impresa non potrà richiedere alcun compenso o nuovo prezzo. Le distanze per la messa a dimora, a seconda della specie delle piante, saranno le seguenti:

- a) piante a portamento erbaceo o strisciante (*Festuca glauca*, *Gazania splendens*, *Hedera helix*, *Hypericum calycinum*, *Lonicera sempervires*, *Mesembryanthemum acinaciforme*, *Stachys lanata*) cm 25;
- b) piante a portamento arbustivo (*Crataegus pyracantha*, *Cytisus scoparius*, *Eucaliptus sp. pl.*, *Mahonia aquifolium*, *Nerium oleander*, *Opuntia ficus indica*, *Pitosporum tobira*, *Rosmarinus officinalis*, *Spartium junceum*) cm 50.

Le distanze medie sopra segnate potranno venir modificate in più o in meno, in relazione a particolari caratteristiche locali, specie per quanto riguarda la ubicazione geografica e la disponibilità idrica del terreno destinato all'impianto.

Prima dell'inizio dei lavori d'impianto, da parte della Direzione dei Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le varie specie da impiegare nei singoli settori di impianto.

Quando venga ordinata dalla Direzione dei Lavori (con ordine scritto) la messa a dimora a distanze diverse da quelle fissate dalle Norme Tecniche, si terrà conto, in aumento o in diminuzione ai prezzi di Elenco, della maggiore o minore quantità di piante adoperate, restando escluso ogni altro compenso all'Impresa.

In particolare sulle scarpate degli scavi, il piantamento potrà essere effettuato, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori, anche solo limitatamente allo strato di terreno superiore, compreso tra il margine del piano di campagna ed una profondità variabile intorno a circa 80 cm, in modo che lo sviluppo completo delle piantine a portamento strisciante, con la deflessione dei rami in basso, possa ricoprire la superficie sottostante delle scarpate ove il terreno risulta sterile.

L'impianto delle erbacee potrà essere fatto con l'impiego di qualsiasi macchina oppure anche con il semplice piolo.

Per l'impianto delle specie a portamento arbustivo, l'Impresa avrà invece cura di effettuare l'impianto in buche preventivamente preparate con le dimensioni più ampie possibili, tali da poter garantire, oltre ad un più certo attecchimento, anche un successivo sviluppo regolare e più 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 od eccessivamente sviluppate, impiegando forbici a doppio taglio ben affilate. Sarà inoltre cura dell'Impresa di adottare la pratica "dell'imbozzinatura" dell'apparato radicale, impiegando un miscuglio di terra argillosa e letame bovino debitamente diluito in acqua.

L'operazione di riempimento della buca dovrà essere fatta in modo tale da non danneggiare le giovani piantine e, ad operazione ultimata, il terreno attorno alla piantina non dovrà mai formare cumulo; si effettuerà invece una specie di svaso allo scopo di favorire la raccolta e la infiltrazione delle acque di pioggia.

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. In ogni caso le piantine o talee disposte negli imballaggi, qualunque essi siano, ceste, casse, involucri di ramaglie, iute, ecc., dovranno presentarsi in stato di completa freschezza e con vitalità necessarie al buon attecchimento, quindi dovranno risultare bene avvolte e protette da muschio, o da altro materiale, che consenta la traspirazione e respirazione, e non eccessivamente stipate e compresse.

Nell'eventualità che per avverse condizioni climatiche le piantine o talee, approvvigionate a piè d'opera, non possano essere poste a dimora in breve tempo, l'Impresa avrà cura di liberare il materiale vivaistico ponendolo in opportune tagliole, o di provvedere ai necessari annacquamenti, evitando sempre che si verifichi la pregermogliazione delle talee o piantine.

In tale eventualità le talee, o piantine, dovranno essere escluse dal piantamento.

Nella esecuzione delle piantagioni, le distanze fra le varie piante o talee, indicate precedentemente, dovranno essere rigorosamente osservate.

### C) SEMINE

Per particolari settori di scarpate stradali, determinati dalla Direzione dei Lavori a suo insindacabile giudizio, il rivestimento con manto vegetale potrà essere formato mediante semine di specie foraggere, in modo da costituire una copertura con le caratteristiche del prato polifita stabile.

A parziale modifica di quanto prescritto al comma A/b) per le concimazioni, all'atto della semina l'Impresa dovrà effettuare la somministrazione dei concimi fosfatici o potassici, nei quantitativi previsti dal medesimo comma A/b). I concimi azotati invece dovranno venire somministrati a germinazione già avvenuta.

Specie	Tipo di miscuglio				
	1°	2°	3°	4°	5°
	Chilogrammi per ettaro				
Lolium italicum Lolium perenne	-	23	14	30	-
Arrhenatherum elatius	30	-	-	-	20
Dactylis glomerata	3	25	14	12	-
Trisetum flavescens	7	5	3	-	-
Festuca pratensis	-	-	28	20	-
Festuca rubra	10	7	9	6	-
Festuca ovina	-	-	-	-	6
Festuca heterophilla	-	-	-	-	9
Phleum pratense	-	7	7	12	-
Alopecurus pratensis	-	12	11	16	-
Cynosurus cristanus	-	-	-	-	3
Poa pratensis	3	23	18	4	2
Agrostis alba	-	6	4	4	-
Anthoxanthum odoratum	-	-	-	-	1
Bromus erectus	-	-	-	-	15
Bromus inernús	40	-	-	-	12
Trifolium pratense	8	5	6	4	-
Trifolium repens	-	7	4	-	-
Trifolium hybridum	-	-	-	6	-
Medicago lupulina	3	-	-	-	6
Onobrychis saliva	-	-	-	-	40
Anthyllis vulneraria	10	-	-	-	3
Lotus corniculatus	6	-	2	6	3
Sommano Kg	120	120	120	120	120

Prima della semina, e dopo lo spandimento dei concimi, il terreno dovrà venir erpicato con rastrello a mano per favorire l'interramento del concime.

Il quantitativo di seme da impiegarsi per ettaro di superficie di scarpate è prescritto in 120 Kg.

I miscugli di sementi, da impiegarsi nei vari tratti da inerbire, risultano dalla tabella della pagina seguente.

In particolare, i vari miscugli riportati nella tabella saranno impiegati nei diversi terreni a seconda delle caratteristiche degli stessi e precisamente:

- Miscuglio n° 1: in terreni di natura calcarea, piuttosto sciolti, anche con scheletro grossolano.  
Miscuglio n° 2: in terreni di medio impasto, tendenti al leggero, fertili.  
Miscuglio n° 3: in terreni di medio impasto, argillo-silicei, fertili.  
Miscuglio n° 4: in terreni pesanti, argillosi, piuttosto freschi.  
Miscuglio n° 5: in terreni di medio impasto, in clima caldo e secco.

Prima dell'esecuzione dei lavori di inerbimento, da parte della Direzione dei Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio, nel quale sarà indicato il tipo di miscuglio da impiegarsi nei singoli tratti da inerbire.

Ogni variazione nella composizione dei miscugli dovrà essere ordinata per iscritto dalla Direzione dei Lavori.

Prima dello spandimento del seme, l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare l'eventuale prelevamento di campioni e possa controllare la quantità e i metodi di lavoro.

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 venir effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volume 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 e con erpice a sacco. Dopo la semina il terreno dovrà venir battuto col rovescio della pala, in sostituzione della normale operazione di rullatura. Analoga operazione sarà effettuata a germinazione avvenuta.

#### **D) SEMINA DI MISCUGLIO DI SPECIE PREPARATORIE E MIGLIORATRICI SU TERRENI DESTINATI AD ESSERE PIANTATI A TALEE**

Nei tratti di scarpata con terreni di natura facilmente erodibile dalle acque di pioggia, la Direzione dei Lavori potrà ordinare che sulle scarpate stesse, su cui possono essere già stati effettuati o previsti impianti di talee e piantine, venga seminato un particolare miscuglio di erbe da prato avente funzione preparatoria e miglioratrice del terreno, e nello stesso tempo funzione di rinsaldamento delle pendici contro l'azione di erosione delle acque.

Per questo tipo di semina valgono le norme contenute al precedente comma, mentre le specie componenti il miscuglio saranno le seguenti:

Trifolium pratense	per ettaro	kg 25
Trifolium hybridum	per ettaro	kg 12
Trifolium repens	per ettaro	kg 25
Medicago lupulina	per ettaro	kg 12
Lotus corniculatus	per ettaro	kg 26

#### **E) SEMINA MEDIANTE ATTREZZATURA A SPRUZZO E PROTEZIONE CON PAGLIA**

Le scarpate in rilevato o in scavo potranno venire sistemate mediante una semina eseguita con particolare attrezzatura a spruzzo e protezione con paglia, secondo le prescrizioni della Direzione Lavori e dove questa, a suo giudizio insindacabile, lo riterrà opportuno. Il sistema sarà impiegato in tre diverse maniere e precisamente:

- impiego di miscuglio di esame, concime granulare ed acqua;
- impiego di miscuglio come al precedente punto a) ma con l'aggiunta di sostanze collanti come cellulosa, bentonite, torba, ecc..;
- impiego di miscuglio come al precedente punto a) e successivo spandimento di paglia.

Con il primo sistema saranno impiegati gli stessi quantitativi di concime granulare, e sementi previsti ai precedenti comma A/b) e comma C) del presente articolo, mentre il sistema previsto al punto b) prevede l'impiego di identico quantitativo di seme e concime con aggiunta di scarto di cellulosa o bentonite sufficiente per ottenere l'aderenza dei semi e del concime alle pendici di scarpate.

In particolari settori, sempre secondo gli ordini della Direzione Lavori, alla semina effettuata con il primo sistema seguirà uno spandimento di paglia da effettuarsi con macchine adatte allo scopo, che consentano temporaneamente la spruzzatura di emulsione bituminosa. La paglia impiegata per ettaro di superficie da trattare sarà 500 Kg, mentre l'emulsione bituminosa, avente la funzione di collante dei fuscilli di paglia, sarà 120 Kg per ettaro.

#### **F) PROTEZIONE DI SCARPATE MEDIANTE RIMBOSCHIMENTO CON SPECIE FORESTALI**

In tutti quei settori di scarpata ove la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, lo riterrà opportuno, l'Impresa provvederà ad eseguire un vero e proprio rimboschimento; questo verrà attuato con l'impiego di semenzali di specie forestali, come: Robinia pseudoacacia, Ailanthus glandulosa, Ulmus campestris, Coryllus avellana, Sorbus sp. pl., ecc. Nei limitati tratti di scarpata o di pertinenza stradale ove i terreni si presentano di natura limosa o paludosa, specie nelle depressioni o sulle sponde di vallette, l'Impresa provvederà al rinsaldamento del terreno mediante l'impianto di talee di pioppo, di salice o di tamerice.

Queste dovranno risultare di taglio fresco ed allo stato verde, tale da garantire il ripollonamento, con diametro minimo di cm 1,5 e dovranno essere delle specie od ibridi spontanei nelle zone attraversate.

L'impianto sarà effettuato a file e con disposizione a quinconce, con la densità di 4 piantine o talee per m<sup>2</sup> di superficie, in modo che la distanza tra ciascuna piantina o talea risulti di cm 50.

Anche per l'intervento di rimboschimento, previsto nel presente articolo, valgono le norme di manutenzione e cure colturali previste nei vari articoli delle presenti Norme Tecniche.

#### **G) RIVESTIMENTO IN ZOLLE ERBOSE**

Dove richiesto dalla Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, il rivestimento delle scarpate dovrà essere fatto con zolle erbose di vecchio prato polifita stabile.

Le zolle saranno ritagliate in formelle di forma quadrata, di dimensioni medie di cm 25x25, saranno disposte a file, con giunti sfalsati tra fila e fila, e dovranno risultare assestate a perfetta regola d'arte in modo che non presentino soluzione di continuità fra zolla e zolla.

Il piano di impostazione delle zolle dovrà risultare debitamente costipato e spianato secondo l'inclinazione delle scarpate, per evitare il cedimento delle stesse.

Nei casi in cui lo sviluppo della scarpata, dal ciglio al piano di campagna superi m 2,50 l'Impresa avrà cura di costruire, ogni m 2 di sviluppo di scarpata, delle strutture di ancoraggio, per evitare che le zolle scivolino verso il basso, per il loro peso, prima del loro radicamento al sottostante terreno vegetale.

Queste strutture avranno la forma di graticciate e saranno costruite con paletti di castagno del diametro minimo di cm 4 infissi saldamente nel terreno per una profondità di cm 40 e sporgenti dallo stesso per cm 10, posti alla distanza di cm 25 da asse ad asse, ed intrecciati per la parte sporgente fuori terra con verghe di castagno, nocciolo, carpino, gelso, ecc., con esclusione del salice e del pioppo.

Nei casi particolari, ove il rivestimento in zolle debba essere sagomato a cunetta per lo smaltimento delle acque di pioggia, che si preveda si raccolgano sul piano viabile, l'Impresa avrà cura di effettuare un preventivo scavo di impostazione delle zolle, dando allo scavo stesso la forma del settore del cilindro, con le dimensioni previste per ciascuna cunetta aumentate dello spessore delle zolle.

La cunetta dovrà risultare con la forma di un settore di cilindro cavo, con sviluppo della corona interna di cm 80÷120 a seconda delle prescrizioni della Direzione dei Lavori ed una svasatura di circa 15÷20 cm. Essa si estenderà dal margine della pavimentazione fino al fosso di guardia, comprendendo quindi anche il tratto di banchinetta, fino al ciglio superiore della scarpata.

Le banchine stradali, o dei rami di svincolo, in quei tratti ove sono state costruite, lungo le scarpate, le cunette di scarico di acque piovane, o dove la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà opportuno vengano costruite, saranno incigliate con zolle erbose, allo scopo di convogliare le acque piovane verso le stesse canalette di scarico.

A tal fine, ai margini della pavimentazione stradale, lungo la banchina, saranno sistemate le zolle con ampiezza minima di cm 30, in modo che formino cordone continuo.

Il piano di impostazione delle zolle dovrà essere debitamente conguagliato, in modo che il cordolo in zolle risulti di altezza costante e precisamente di cm 5 superiore al piano di pavimentazione, compreso il manto di usura, e con inclinazione verso il ciglio di scarpata pari al 4%.

L'incigliatura dovrà inoltre essere rinfiancata al lato esterno con terra vegetale in modo che la banchina risulti della larghezza prevista in progetto.

#### **H) SERRETTE IN FASCINE VERDI**

Dovranno essere formate con fascine di virgulti di salice, tamerice, pioppo e simili che avranno un diametro di mm 25 e m 1 di lunghezza.

I paletti di castagno senza corteccia, a testa piana segata dalla parte superiore e a punta conica in quella inferiore, avranno una lunghezza di m 1,10 e diametro medio di cm 7.

Il fissaggio della fascina ai paletti sarà eseguito con filo di ferro ricotto a doppia zincatura del n. 15 e cambrette zincate a punta tonda del n. 16/30.

Le serrette, con l'impiego dei materiali di cui sopra, saranno formate disponendo le fascine in cordoli (le punte a monte), a piani sovrapposti e con rientranza di cm 20 ogni cordolo, fissati mediante legatura in croce di filo di ferro in testa ai paletti e con rinverdimento di talee di salice, pioppo, tamerice, ecc. (15 talee a m<sup>2</sup>, da risarcire fino a completo attecchimento).

Ogni m<sup>2</sup> di serrette si riferisce alla superficie sviluppata verso valle, compreso pure il maggior onere per la formazione e rifinitura dello stramazzo e degli eventuali piccoli arginelli in terra battuta alle spalle delle serrette stesse.

#### **I) GRATICCI IN FASCINE VERDI**

Saranno eseguiti impiegando gli stessi materiali delle serrette, mediante terrazzamento del terreno, larghezza terrazzata m 1,20, avente pendenza contropoggio, e con paletti infissi per m 0,60 nel terreno alla distanza di m 0,50 l'uno dall'altro, disponendo i cordoli di fascine, alti circa cm 50 fuori terra, con le punte verso monte e con legature in croce di filo di ferro zincato, fissate a mezzo di cambrette in testa ai paletti. Subito a monte, e nella massa di fascine miste a terra, dovrà ottenersi un ulteriore rinverdimento con talee di salice, ecc. da risarcire fino a completo attecchimento.

#### **L) PROTEZIONE DI SCARPATE MEDIANTE VIMINATE**

Nei tratti di scarpate, ove il terreno si presenti di natura argillosa e ove si prevedano facili smottamenti, l'Impresa dovrà effettuare l'impianto di talee di Hedera helix o di Lonicera sempervirens, secondo tutte le norme previste nei commi precedenti e provvedendo inoltre ad effettuare l'impianto di graticciate verdi per consolidamento temporaneo, allestite in modo da evitare lo smottamento della falda.

La graticciata risulterà formata da cordone unico, continuo, salvo eventuali interruzioni per grossi trovanti lasciati in posto, e risulterà inclinata rispetto alla linea d'orizzonte di circa 25°÷30°; la distanza fra cordone e cordone sarà di m 1,20, salvo diverse indicazioni impartite dalla Direzione dei Lavori. La graticciata in particolare sarà formata con i seguenti materiali:



- a) Paletti di castagno: della lunghezza minima di m 0,75, con diametro in punta di cm 6. Questi verranno infissi nel terreno per una lunghezza di m 0,60 in modo che sporgano dal terreno per 15 cm e disposti a m 2,00 da asse ad asse.
- b) Paletti di salice: della lunghezza minima di m 0,45 e del diametro di cm 4 in punta, infissi nel terreno per m 0,30 in modo che sporgano dal terreno per cm 15. Essi saranno messi alla distanza di m 0,50 da asse ad asse, nell'interspazio tra un paletto di castagno e l'altro.
- c) Talee di salice: della lunghezza media di m 0,40 e del diametro di cm 2, infisse nel terreno per la profondità di cm 25, in modo che sporgano dallo stesso per soli 15 cm. Esse saranno disposte su due file nel numero di 6 per ogni 50 cm di cordonata, rispettivamente fra un paletto di castagno e uno di salice, oppure fra due di salice, con distanza media, tra fila e fila, di 10 cm.
- d) Verghe di salice: da intrecciarsi a mò di canestro, tra le talee di salice e i paletti di castagno e di salice, in modo da formare doppio graticciato con camera interna. Le verghe di salice saranno della lunghezza massima possibile e di diametro massimo di cm 2 alla base.

La graticciata verde sarà intrecciata in opera previo scavo di un solchetto dell'ampiezza di cm 10x10, lungo la cordonata. L'intreccio dei rami di salice dovrà risultare di cm 25 di altezza, di cui cm 10 entro terra. Dopo effettuato l'intreccio delle verghe, l'Impresa avrà cura di effettuare l'interramento a monte ed a valle del solchetto, comprimendo la terra secondo il piano di inclinazione della scarpata ed avendo cura di sistemare, nello stesso tempo, la terra nell'interno dei due intrecci. Le viminate potranno essere costituite, secondo ordine della Direzione dei Lavori, da un solo intreccio. In tale caso i paletti di castagno saranno infissi alla distanza di m 1 da asse ad asse, mentre l'altro materiale sarà intrecciato e sistemato come nel caso delle viminate doppie.

#### **M) CURE CULTURALI**

Dal momento della consegna l'Impresa dovrà effettuare gli sfalci periodici dell'erba esistente sulle aree da impiantare e sulle aree rivestite con zolle di prato. L'operazione dovrà essere fatta ogni qual volta l'erba stessa abbia raggiunto un'altezza media di cm 35.

La Direzione dei Lavori, a tal fine 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 della sede stradale entro 24 ore dallo sfalcio, con divieto di formazione sulla sede stradale di cumuli da caricare.

La raccolta ed il trasporto dell'erba e del fieno dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando la dispersione di essi sul piano viabile, anche se questo non risulta ancora pavimentato, e pertanto ogni automezzo dovrà avere il carico ben sistemato e dovrà essere munito di reti di protezione del carico stesso. Dopo eseguito l'impianto, e fino ad intervenuto favorevole collaudo definitivo delle opere, l'Impresa è tenuta ad effettuare tutte le cure culturali che di volta in volta si renderanno necessarie, come sostituzione di fallanze, potature, diserbi, sarchiature, concimazioni in copertura, sfalci, trattamenti antiparassitari, ecc., nel numero e con le modalità richiesti per ottenere le scarpate completamente rivestite dal manto vegetale.

E' compreso nelle cure culturali anche l'eventuale annacquamento 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 quanto previsto nei prezzi di Elenco.

#### **N) PULIZIA DEL PIANO VIABILE**

Il piano viabile dovrà risultare al termine di ogni operazione di impianto, o manutentorio, assolutamente sgombro da rifiuti; l'eventuale terra dovrà essere asportata dal piano viabile facendo seguito con spazzolatura a fondo e, ove occorra, con lavaggio a mezzo di abbondanti getti d'acqua. In particolare, la segnaletica orizzontale che sia stata sporcata con terriccio dovrà essere accuratamente pulita a mezzo di lavaggio.

### **ART. 44**

#### **PROTEZIONE DELLE SCARPATE IN ROCCIA**

Nei tratti ove le scarpate di scavo si presentano in roccia friabile con piani di deposito e quindi di sfaldamento, fortemente inclinati nello stesso senso del taglio della scarpata e pertanto con costante pericolo di caduta di sassi, la Direzione dei Lavori potrà ordinare che la parete in roccia venga ricoperta da rete metallica, debitamente ancorata. La rete metallica sarà diligentemente tesa lungo la scarpata in modo che non formi sacche; essa verrà ancorata alla roccia mediante cambrette in filo di ferro zincato da 15 cm di lunghezza minima, affogate in cemento, in fori del tipo da mina, scavati in senso ortogonale alla falda ed allestiti alla distanza di circa m 1,00 l'uno dall'altro, secondo le linee di massima pendenza, e rispettivamente secondo l'altezza del rotolo di rete. L'Impresa avrà la massima cura di allestire i fori e quindi i punti di ancoraggio della rete, nei tratti di roccia che si presentino particolarmente compatti, evitando nel modo più assoluto di allestirli in corrispondenza delle fessure e dove la roccia si presenti deteriorata o facilmente friabile.

Alla sommità della scarpata la rete dovrà risultare ancorata alla roccia per tutta l'ampiezza, mediante cordolo di calcestruzzo con  $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$  gettato in opera, previo denudamento della roccia dalle sostanze terrose e dai detriti.

Sulle scarpate in roccia friabile profilata a gradoni, ove è previsto il rivestimento in rete metallica e comunque in tutti quei casi ove la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, lo riterrà opportuno, si provvederà all'ancoraggio della rete, mediante la costruzione di cordoli in calcestruzzo di classe 250, anche in corrispondenza di ciascun gradone.

Il cordolo dovrà risultare continuo, gettato in opera previo denudamento della roccia e con una sezione media di cm 20x30. Esso potrà essere costruito secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori, sia sul ciglio di ciascun gradone, come pure al limite interno del ripiano del gradone, al piede della scarpata.

I bordi della rete, sia in sommità che alla base, saranno rinforzati, a giudizio della D.L., mediante cucitura con una fune di acciaio zincato del  $\varnothing \dots \text{ mm}$ , comunque cuciti mediante filo di ferro zincato del diametro non inferiore a quello della maglia.

#### **ART. 45**

#### **CONSOLIDAMENTO DI SCARPATE MEDIANTE L'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 innanzitutto a conformare la scarpata da trattare a gradoni le cui alzate non saranno perfettamente verticali, ma inclinate, rispetto alla verticale, di un angolo il cui valore verrà stabilito tratto a tratto dalla Direzione dei Lavori all'atto esecutivo. I ripiani dei vari gradoni avranno una leggera inclinazione verso monte e sui gradoni stessi, al piede delle pareti subverticali, 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 interasse non superiore a cm 50.

Sulle pareti subverticali, dopo un'accurata bagnatura, si procederà all'esecuzione del rivestimento con malta di cemento, dosata 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 10 cm, 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.

#### **ART. 46**

#### **CONSOLIDAMENTO DI TERRENI MEDIANTE INIEZIONI DI SOSTANZE COESIVE**

Per il consolidamento dei terreni si applicheranno le norme contenute nel D.M. 11.3.1988 (S.O. alla G.U. n.127 dell'1.6.1988).

Tali consolidamenti, qualora ordinati dalla Direzione dei Lavori, potranno essere attuati sia all'aperto sia in sotterraneo in zone che, per la loro particolare morfologia, natura e stato idrogeologico, richiedono iniezioni di determinate sostanze coesive allo scopo di conferire, alle masse interessate da lavorazioni di particolari opere, il necessario grado di stabilità.

In linea generale tali consolidamenti potranno essere effettuati mediante iniezioni di miscela acqua-cemento oppure acqua-cemento-bentonite; ovvero mediante iniezioni di sostanze chimiche, che saranno stabilite dalla Direzione dei Lavori, dopo accurate prove di laboratorio, tenuto conto della granulometria, permeabilità natura fisico-meccanica e chimica dei materiali da trattare.

I componenti della miscela chimica da iniettare, la loro reciproca proporzione, nonché il sistema da attuare e le modalità da seguire per l'esecuzione delle iniezioni di consolidamento, saranno stabiliti caso per caso tenuto conto di tutti i fattori che possono influire sulla scelta delle attrezzature da impiegare e sul numero delle iniezioni da praticare.

## **ART. 47** **DRENAGGI**

I drenaggi, comunque effettuati, dovranno tenere conto di quanto disposto nel D.M. 11.3.1988 (S.O. alla G.U. n. 127 dell'1.6.1988).

### **A) DRENAGGI O VESPAI TRADIZIONALI**

I drenaggi o vespai dovranno essere formati con pietrame o ciottolame o misto di fiume, posti in opera su platea in calcestruzzo del tipo di fondazione; il cunicolo drenante di fondo sarà realizzato con tubi di cemento disposti a giunti aperti o con tubi perforati di acciaio zincato.

Il pietrame ed i ciottoli saranno posti in opera a mano con i necessari accorgimenti in modo da evitare successivi assestamenti. Il materiale di maggiore dimensione dovrà essere sistemato negli strati inferiori mentre il materiale fino dovrà essere impiegato negli strati superiori.

La Direzione dei Lavori dovrà ordinare l'intasamento con sabbia lavata del drenaggio o del vespaio già costituito. L'eventuale copertura con terra dovrà essere convenientemente assestata. Il misto di fiume, da impiegare nella formazione dei drenaggi, dovrà essere pulito ed esente da materiali eterogenei e terrosi, granulometricamente assortito con esclusione dei materiali passanti al setaccio 0,4 della serie UNI.

### **B) DRENAGGI CON FILTRO IN "GEOTESSILE"**

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o sui drenaggi laterali delle pavimentazioni, i drenaggi potranno essere realizzati con filtro laterale in telo "geotessile" in poliestere o polipropilene. Il materiale da usare sarà analogo a quello descritto nell'art. "Qualità e provenienza dei materiali", punto y).

I vari elementi di "geotessile" dovranno essere cuciti tra loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata la sovrapposizione degli elementi dovrà essere di almeno cm 50.

La parte inferiore dei "geotessili", a contatto con il fondo del cavo di drenaggio e per un'altezza di almeno cm 20 sui fianchi, dovrà essere impregnata con bitume a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul poliestere) in ragione di almeno 2 Kg/m<sup>2</sup>. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del "geotessile" stesso o anche dopo la sistemazione in opera. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di "geotessile" necessaria ad una doppia sovrapposizione della stessa sulla sommità del drenaggio (2 volte la larghezza del cavo).

Il cavo rivestito sarà successivamente riempito di materiale lapideo pulito e vagliato trattenuto al crivello 10 mm UNI tondo o di frantumazione con pezzatura massima non eccedente i 70 mm. Il materiale dovrà ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il "geotessile" alle pareti dello scavo. Terminato il riempimento si sovrapporrà il "geotessile" fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata.

## **ART. 48** **GABBIONATE**

I gabbioni risponderanno alle prescrizioni della Circolare n° 2078 del 27 agosto 1962 del Consiglio Superiore dei LL.PP.; saranno di forma prismatica o cilindrica, e costituita da maglie esagonali a doppia torsione. Le dimensioni del filo delle maglie e dei tiranti, il peso e le capacità dei gabbioni verranno precisati, volta a volta, dalla Direzione dei Lavori. I fili metallici delle maglie, quelli per le cuciture ed i tiranti avranno zincatura forte, in ragione di 260÷300 gr per ogni m<sup>2</sup> di superficie zincata e dovranno corrispondere alle Norme di cui alla Circolare summenzionata. Le prove sui materiali dei gabbioni e sulla zincatura saranno eseguite a cura della Direzione dei Lavori ed a spese dell'Impresa, secondo le norme stabilite dalla Circolare sopra citata.

Il riempimento delle gabbionate verrà effettuato con pietrame e ciottoli (di dimensioni tali che non possano passare in alcun senso attraverso le maglie della rete), collocati a mano; le facce in vista saranno lavorate come prescritto per la muratura a secco e con analogo onere di pagamento.

Durante il collocamento verranno posti in opera i tiranti di attraversamento riuniti le opposte pareti e quelli riuniti le testate con le pareti.

#### **ART. 49**

#### **SCOGLIERE PER LA DIFESA DEL CORPO STRADALE DALLE EROSIONI DELLE ACQUE**

Per difendere dalle erosioni provocate dalle acque i tratti del corpo stradale scorrenti lungo il litorale marino o nelle zone golenali dei corsi d'acqua od in fregio a questi, potranno essere costruite scogliere costituite da massi naturali oppure da massi artificiali.

I massi di pietra naturale per gettate o scogliere devono avere il maggior peso specifico possibile, essere di roccia viva e resistente, non alterabile all'azione delle acque, e non presentare piani di sfaldamento o incrinature da gelo.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare la prova di resistenza del materiale all'urto, all'abrasione, alla gelività alla salsedine marina, ecc..., in base alle norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione, approvate con R.D. 16 novembre 1939, n. 2232.

I massi di pietra naturale per gettate o scogliere, a seconda del peso, saranno divisi nelle seguenti categorie:

- a) pietrame in scapoli del peso singolo compreso fra Kg 5 e Kg 50 per l'intasamento delle scogliere;
- b) massi naturali di 1ª categoria del peso singolo compreso fra Kg 51 e Kg 1000;
- c) massi naturali di 2ª categoria del peso singolo compreso fra Kg 1001 e Kg 3000;
- d) massi naturali di 3ª categoria del peso singolo compreso fra Kg 3001 e Kg 7000.

L'Appaltatore deve impiegare per il sollevamento, trasporto e collocamento in opera dei massi, quegli attrezzi, meccanismi e mezzi d'opera che saranno riconosciuti più adatti per la buona esecuzione del lavoro e per evitare che i massi abbiano a subire avarie. Le scogliere devono essere formate incastrando con ogni diligenza i massi gli uni contro gli altri, in modo da costruire un tutto compatto e regolare, di quelle forme e dimensioni stabilite dal progetto. Per ciascuna scogliera il Direttore dei Lavori fissa il volume minimo dei massi e le proporzioni dei massi di volume differente.

Se la costruzione della scogliera deve essere eseguita con massi artificiali, questi devono essere formati sul posto d'impiego ogni qualvolta ciò sia possibile, ed in caso diverso in vicinanza del lavoro.

I massi artificiali devono essere di calcestruzzo cementizio, della classe stabilita nell'Elenco dei Prezzi. Nella formazione dei massi si potrà ammettere che venga impiegato pietrame a ciottoli spaccati, purchè in proporzione non maggiore di un quinto del volume del masso stesso, e purchè i singoli pezzi risultino ben distribuiti nella massa del calcestruzzo, non si trovino mai a contatto fra loro e siano addentrati, rispetto alle superfici esterne dei massi, di almeno 10 cm.

I ciottoli ed il pietrame devono essere ben puliti dalle sostanze terrose ed eterogenee che eventualmente li ricoprivano ed, ove occorra, lavati a grande acqua; quelli non suscettibili di perfetta pulitura saranno rifiutati.

La confezione dei massi deve essere attuata secondo le norme generali per le opere in calcestruzzo cementizio; i massi confezionati fuori opera non debbono essere portati al posto d'impiego se non dopo adeguata stagionatura e dopo aver acquistato il grado di resistenza necessario per non subire danneggiamenti durante le operazioni di carico, scarico e collocamento in opera.

#### **ART. 50**

#### **BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO E PARAPETTI METALLICI**

Le barriere di sicurezza in acciaio verranno installate lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, nonché lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia sede o delle autostrade secondo le disposizioni che impartirà la D.L. ed a norma del D.M. 03.06.1998 e s.m.i.

I parapetti metallici verranno installati in corrispondenza dei cigli dei manufatti.

Le barriere ed i parapetti metallici debbono avere caratteristiche tali da resistere ad urti di veicoli e da presentare una deformità pressochè costante in qualsiasi punto.

#### **A) CARATTERISTICHE DELLE BARRIERE 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 oggetto 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  $\text{cm}^3$  25.

Le fasce dovranno essere collocate in opera con una sovrapposizione non inferiore a cm 32, con profilo a C di dimensioni non inferiori a mm 80x120x80, aventi spessore non inferiore a mm 5, lunghezza non inferiore a m 1.65 per le barriere centrali e m 1.95 per quelle laterali.

I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici.

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 1.70 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, su richiesta dell'Impresa e con l'approvazione della Direzione dei Lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno a mezzo di basamento in calcestruzzo avente  $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$  e delle dimensioni fissate dalla Direzione Lavori.

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 mm 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  $\text{g/m}^2$  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 l'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 nell'aiuola spartitraffico saranno costituite da una doppia fila di barriere del tipo avanti descritto, aventi i sostegni ricadenti in coincidenza nelle 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 sopracitate 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 e 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 pressochè normali all'asse stradale.

## **B) 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 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. 2.8.1980 (S.O. alla G.U. n.308 del 10.11.1980).

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 9 gennaio 1996, mentre per altri tipi di acciaio o di metallo si dovrà far riferimento alle Norme U.N.I. corrispondenti o ad altre eventuali.

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.

La Direzione dei Lavori si riserva comunque di fornire, per ogni singolo manufatto, un grafico dal quale risulti lo schema di montaggio del parapetto cui l'Impresa dovrà attenersi.

I sostegni saranno di norma alloggiati, per l'occorrenza 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 della D.L..

I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni indicate dalla D.L. così 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 24 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 l'installazione di dispositivi rinfrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressochè normali all'asse stradale.

### **C) PROVE STATICHE SULLE BARRIERE IN ACCIAIO**

Le prove statiche sulle barriere verranno eseguite dal Centro Sperimentale Stradale dell'A.N.A.S. di Cesano sulla base delle richieste che ciascuna ditta costruttrice presenterà, in rapporto all'impiego al quale tali barriere devono essere destinate, ed ai dati di calcolo delle barriere stesse forniti dalla ditta costruttrice.

Ai fini del controllo, tali prove possono essere richieste anche dal Direttore dei Lavori e devono, comunque, essere allegate agli atti di contabilità finale.

## **ART. 51**

### **BARRIERE DI SICUREZZA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO TIPO "NEW JERSEY"**

Esse avranno la sezione indicata nella relativa voce di Elenco e saranno realizzate in conglomerato cementizio di adeguata composizione e resistenza, con il metodo della estrusione o in elementi prefabbricati o gettati in opera, secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori.

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione dei Lavori lo studio preliminare della composizione del conglomerato cementizio, 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 25 N/mm<sup>2</sup> (250 Kg/cm<sup>2</sup>) Sono a carico dell'Impresa tutti gli oneri per la predisposizione delle zone di appoggio della barriera, per la relativa posa in opera e per ogni rifinitura.

## **ART. 51.A**

### **PARACARRI - INDICATORI CHILOMETRICI - TERMINI DI CONFINE IN PIETRA E BARRIERE IN CEMENTO ARMATO ED IN ACCIAIO.**

I paracarri, gli indicatori chilometrici ed i termini di confine in pietra, della forma e dimensioni indicate nei tipi allegati al contratto, per la parte fuori terra, saranno lavorati a grana ordinaria secondo le prescrizioni di cui all' art. 33.

Il loro collocamento in opera avrà luogo entro fosse di convenienti dimensioni, sopra un letto di ghiaia o di sabbia di altezza di cm. 10 e si assicureranno nella posizione prescritta riempiendo i vani laterali contro le pareti della fossa con grossa ghiaia, ciottoli o rottami di pietre fortemente battuti.

Allorquando i paracarri siano posti a difesa di parapetti in muratura, si dovrà evitare ogni contatto immediato con i medesimi lasciando un conveniente intervallo.

In alcuni tratti del ciglio stradale a valle, o nei luoghi che la Direzione dei Lavori crederà opportuno designare, verranno eseguiti parapetti o barriere in cemento armato, della forma e dimensioni indicate sui disegni.

## **ART. 51.B** **SEGNALETICA**

Per quanto riguarda la segnaletica l' Impresa dovrà attenersi alle disposizioni che verranno impartite di volta in volta dalla Direzione dei Lavori.

Dovranno essere tenute presenti le norme che sono contenute nel regolamento emanato di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada emanato con D.P.R. 16/12/1992 n.495 per l' esecuzione del D.L. 30/04/1992 n.285 ed il Capitolato Speciale dei segnali stradali predisposto dall' Ispettorato Generale Circolazione e Traffico del Ministero dei Lavori Pubblici.

## **ART. 51.1** **SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE**

### **ART. 51.1.A -** **CARATTERISTICHE DELLE VERNICI SPARTITRAFFICO**

Aspetto: la pittura deve essere omogenea e ben dispersa, esente da grumi e da pellicole e non deve presentarsi ispessita o gelatinosa.

Colore: la vernice spartitraffico sarà fornita a richiesta nei colori bianco o giallo. La pittura di colore bianco, dopo l'essiccazione, si deve presentare con tono di bianco molto puro, senza sfumature di colore grigio o giallo.

La pittura di colore giallo, dopo l'essiccazione, dovrà avere il tono del colore giallo cromo medio. Non sono ammessi coloranti organici.

Peso specifico: il peso specifico a 25° C deve essere per la vernice spartitraffico bianca da 1,500 a 1,700 kg/litro, mentre per la vernice spartitraffico gialla deve essere da 1,550 a 1,800 kg/litro.

Viscosità: la viscosità a 25° C, con metodo ASTM D5262, dovrà corrispondere da 80 a 98 KU unità Krebs, sia per la vernice spartitraffico bianca sia per quella gialla.

Essiccazione: la vernice applicata con normali macchine traccialinee, su normali superfici bituminose, con condizioni di temperatura dell'aria comprese fra i 15° C e 40° C, umidità relativa non superiore al 70%, dovrà avere un tempo di essiccazione non superiore a 5 minuti primi, ed un'essiccazione totale (apertura al traffico) non superiore ai 30 minuti primi.

Composizione: la vernice spartitraffico deve essere composta con resine sintetiche essicanti del tipo oleoresinoline di vetro.

Veicolo: il residuo non volatile deve essere compreso fra il 65% ed il 75% in peso per la vernice bianca, mentre per la gialla sarà 80% ed il 90% in peso.

Pigmenti: i pigmenti dovranno essere puri. Per la vernice spartitraffico bianca il pigmento dovrà essere il biossido di titanio e la percentuale non dovrà essere inferiore al 10%. Il pigmento della vernice spartitraffico gialla dovrà essere cromato di piombo e la percentuale di impiego non dovrà essere inferiore al 10%.

Solventi: i solventi contenuti nella composizione della vernice dovranno essere secondo la norma.

Residuo volatile: il residuo non volatile della vernice spartitraffico deve essere compreso fra il 70% e l'85%.

Rifrangenza: la vernice spartitraffico rifrangente deve essere del tipo premiscelato, cioè contenere sfere di vetro mescolate durante il processo di lavorazione.

Tale procedimento dovrà far sì che dopo l'essiccazione e la successiva esposizione della vernice all'usura della circolazione, lo strato superficiale della vernice all'usura della circolazione, lo strato superficiale della vernice stessa, svolga un'efficiente funzione di guida luminosa, per rifrazione, durante le ore notturne sotto l'azione delle luci dei fari degli autoveicoli, anche con pavimentazione bagnata.

La vernice spartitraffico rifrangente deve essere omogenea, ben dispersa, non presentare grumi o fondi. Deve essere semipronta all'uso.

Composizione e caratteristiche delle sfere di vetro: le perline di vetro devono essere perfettamente sferiche almeno per il 95%, trasparenti e non presentare soffiature.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore a 1,50 usando per la determinazione il metodo dell'immersine con luce al tungsteno. Le sfere di vetro non dovranno subire alterazione alcuna all'azione di soluzioni acide tamponate a PH 5,5-4 o di soluzioni normali al cloruro di calcio o di sodio.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni kg di vernice spartitraffico premiscelata dovrà essere compresa fra il 30 e il 35% in peso.

Le sfere di vetro (premiscelate) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche di granulometria:

- perline passanti per il setaccio n° 70 - 100 %
- perline passanti per il setaccio n° 80 - 85-100%
- perline passanti per il setaccio n° 140 - 15- 55%
- perline passanti per il setaccio n° 230 - 10% max

Tali prove saranno effettuate secondo le norme ASTM-D-1155.

Rese: la vernice spartitraffico dovrà dare una resa media con spessori di 240 micron da 0,800 a 0,900 kg/mq per la vernice spartitraffico bianca, mentre per la vernice spartitraffico gialla una resa media di 0.900 a 1,000 kg/mq.

Diluizione: le vernici spartitraffico fornite, dovranno essere semipronte, e dovranno essere diluite all'atto dell'applicazione con apposito diluente in percentuale non superiore al 10%.

### **ART. 51.1.B - ESECUZIONE DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE**

La superficie della pavimentazione sarà accuratamente pulita in modo da venire liberata da ogni impurità in grado di nuocere alla adesione della vernice.

È vietata l'eliminazione di tracce di olio o di grasso a mezzo di solventi. L'eliminazione della polvere dovrà essere eseguita a mezzo di aspiratore meccanico o macchina equivalente avendo cura di distanziare le zone di fase di pulitura da quelle ove è in corso la strisciatura.

L'applicazione delle vernici dovrà avvenire su pavimentazione completamente asciutta e sarà effettuata con spruzzatrice meccanica di buona qualità.

Non è ammessa l'applicazione con sistema a "cannocchiale" e per tanto la macchina traccialinee dovrà essere provvista di delimitatori del tipo a palette o a dischi.

La posa della segnaletica orizzontale dovrà essere eseguita in modo tale da risultare alla giusta distanza e posizione agli effetti della visibilità e dalla regolarità del traffico secondo i tracciati, le figure e le scritte stabilite nei disegni.

Essa dovrà essere lineare, senza sbandamenti o svirgolature, rispettando la tolleranza max di +/- 1 cm. I tratteggi dovranno rispettare il modulo 4,50 su 12,00 m.

Il giudizio sulla esattezza della posa è riservato in modo insindacabile alla Direzione Lavori, e saranno ad esclusivo carico e spesa dell'Impresa ogni opera e fornitura relativa alla cancellazione ed al rifacimento delle segnalazioni giudicate non correttamente posate.

La cancellazione della segnaletica orizzontale, sia gratuita perché ad onere dell'Impresa, sia a pagamento, dovrà essere eseguita con sverniciatori chimici da fornirsi dalla Impresa stessa.

### **ART. 51.1.C - SEGNALETICA VERTICALE CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI SEGNALI**

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformati ai tipo, dimensioni e misure prescritte da Regolamento di esecuzione e attuazione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16.12.1992, al D.M. n° 156 del 27.04.1990 e del Decreto Legislativo del 23.06.1990 e al Decreto Legislativo del 31.03.1995 pubblicato sulla G.U. del 09.05.1995.

I materiali utilizzati per la fabbricazione dei segnali dovranno essere della migliore qualità in commercio.

La Ditta appaltatrice entro 60 (sessanta) giorni dalla stipulazione del contratto dovrà presentare una dichiarazione impegnativa nella quale, sotto la propria responsabilità, dovrà indicare:

- 1) metodi e cicli usati per la fabbricazione dei segnali e dei materiali da impiegare;
- 2) descrizione e ubicazione delle attrezzature in possesso della Ditta per la fabbricazione dei segnali e dei materiali da impiegare.



Unitamente alla dichiarazione impegnativa, dovrà essere restituito, debitamente compilato il modulo di "Dichiarazione di Garanzia" il cui fac-simile segue il presente articolo.

Si fa inoltre presente che l'Amministrazione, in ottemperanza al punto 1 e 2 del Disciplinare approvato dal D.L. 23.06.90 intende richiedere i certificati di conformità relativi alle pellicole retroriflettenti che verranno impiegate per i segnali verticali. Pertanto la Ditta appaltatrice entro 60 giorni dalla stipula del contratto dovrà procurarsi dal produttore delle pellicole retroriflettenti copia autenticata di tale documentazione ed inviarla all'Amministrazione.

In mancanza di suddetta certificazione non potrà essere autorizzata dalla D.L. l'installazione della segnaletica verticale. La D.L. si riserva la facoltà, in qualsiasi momento, di eseguire o far eseguire a spese della ditta appaltatrice, prove di qualsiasi genere presso riconosciuti istituti specializzati, competenti e autorizzati, allo scopo di conoscere la qualità e la resistenza dei materiali impiegati. Qualora dalle analisi e prove fatte eseguire si ottengono risultati non rispondenti alle prescrizioni si dovrà far riferimento al successivo art. 22/B.

La Ditta appaltatrice è tenuta ad accettare in qualsiasi momento eventuali sopralluoghi disposti dalla D.L. presso i laboratori della stessa, atti ad accertare la consistenza e la qualità delle attrezzature e dei materiali utilizzati per la fabbricazione degli stessi segnali.

### **DICHIARAZIONE DI GARANZIA**

(fac-simile)

La sottoscritta Ditta-----  
----- con sede

a -----  
-----

dichiara che i segnali da essa forniti e installati saranno coperti dalle seguenti garanzie:

- A) I supporti e gli elementi strutturali in alluminio, i sostegni in acciaio zincato e i materiali di carpenteria sono tali per composizione e lavorazione da consentire una durata pari a quella dei prodotti retroriflettenti impiegati e ne viene garantita la resistenza alla corrosione, la tenuta di saldature e chiodature, l'efficacia di trattamenti e verniciature per tutto il periodo di vita utile del segnale stradale come sotto specificato per i materiali retroriflettenti.
- B) PELLICOLA RETRORIFLETTENTE AD ELEVATA EFFICIENZA - CLASSE 2 . Mantenimento entro l'80% dei minimi tabellari del coefficiente specifico di intensità luminosa dopo 10 anni di Normale esposizione all'esterno.
- C) Assenza di tutto il periodo di vita utile del prodotto retroriflettente di decolorazioni, distacchi e comunque di difetti che compromettono la Normale percezione del segnale.
- D) Le seguenti parti o componenti non sono prodotte dalla sottoscritta Ditta-----  
--- e le garanzie sono espresse secondo i parametri di decadimento ed i tempi di durata forniti dai bollettini tecnici ufficiali e dalle certificazioni di conformità che, relativamente alle pellicole retroriflettenti le Ditte produttrici sono tenute a presentare agli Enti appaltanti su richiesta degli stessi.

MATERIALI

PRODOTTO DA

-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----

La prestazione della garanzia avverrà mediante -----  
-----

Data -----

LA DITTA

-----

La Ditta appaltatrice dovrà precisare, entro 60 giorni dalla stipulazione del contratto, le garanzie di durata dei prodotti impiegati, con l'indicazione dettagliata dei parametri specifici come riportato nel precedente fac-simile, da restituire debitamente compilato e firmato.

La Ditta appaltatrice dovrà garantire la perfetta conservazione della segnaletica verticale, sia con riferimento alla sua costruzione sia in relazione ai materiali utilizzati, per tutto il periodo di vita utile, secondo quanto di seguito specificato:

- 1) Segnali in alluminio con pellicola retroriflettente ad elevata efficienza - classe 2. Mantenimento dei valori fotometrici entro l'80% dei valori minimi prescritti dopo un periodo di 10 anni in condizioni di normale esposizione verticale all'esterno.
- 2) Le coordinate colorimetriche dovranno essere comprese nelle zone specifiche di ciascun colore stabilito per tutto il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente.
- 3) Entro il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente non si dovranno avere sulla faccia utile rotture, distacchi o altri inconvenienti della pellicola che possano pregiudicare la funzione del segnale.
- 4) Le saldature ed ogni altro mezzo di giunzione fra segnale e suoi elementi strutturali, attacchi e sostegni dovranno mantenersi integri ed immuni da corrosione per tutto il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente.

La presentazione della garanzia dovrà essere assicurata mediante uno dei modi seguenti, da costituirsi entro 60 giorni dalla stipulazione del contratto: fidejussione bancaria o assicurativa o poliassicurativa con validità fino alla scadenza del periodo di vita utile garantita.

In assenza di contenzioso la decorrenza del suddetto termine determinerà la naturale estinzione della fidejussione bancaria o della polizza fidejussoria assicurativa.

La Ditta appaltatrice è tenuta a sostituire nel minor tempo possibile, e comunque non oltre 5 giorni dalla comunicazione, a proprie cure e spese, tutto il materiale che, a insindacabile giudizio della D.L., non dovesse risultare rispondente alle prestazioni richieste.

#### a) Preparazione del metallo

Le lamiere di alluminio dello spessore di 25/10 mm. o 30/10 mm., secondo quanto precisato alle successive voci delle presenti norme, dopo aver subito le necessarie lavorazioni meccaniche e rese scabre in superficie mediante vibratrice elettrica, dovranno essere sottoposte ai seguenti trattamenti di preverniciatura:

- 1) sgrassatura mediante vapori di trielina o con bagno in soluzione alcalina per una durata di 15' circa a temperatura di esercizio pari a 70° C circa;
- 2) lavaggio con acqua e trattamento cromatante o fosfocromatante per un tempo sufficiente a depositare un rivestimento avente un peso compreso fra 105 e 375 mg/mq (valore medio ottimale 270 mg/mq) secondo le norme UNI 4719 oppure ASTM B449 per la cromatazione e UNI 4718 per la fosfo-cromatazione;
- 3) lavaggio con acqua a perdere e passaggio in forno per essiccazione a temperatura compresa tra + 60° C e + 70° C;
- 4) applicazione di una mano di vernice di fondo (Wash Primer) spessore 25/35 micron;
- 5) carteggiatura meccanica a secco con tela abrasiva a grana fine (220-240)

Trattamenti sostitutivi potranno essere eseguiti dopo preventivo esame ed autorizzazione della Direzione Lavori.

#### b) Supporto metallico

Per i triangoli, i dischi e le relative appendici si dovrà usare lamiera di alluminio di spessore 25/10 di mm. debitamente resa scabra, sgrassata e sottoposta ai trattamenti precedentemente specificati.

Per i pannelli dei segnali di indicazione si dovrà adottare la lamiera di alluminio di spessore 30/10 di mm. trattata come sopra.

#### c) Rinforzo perimetrale

Sarà ottenuto mediante piegatura a scatola dei bordi del segnale nelle dimensioni prescritte per ogni cartello e non inferiore a cm 1,5 per dischi e triangoli ed a cm 2 per i pannelli.

#### d) Rinforzo sul retro

Costituito da traverse orizzontali in lamiera di alluminio dello spessore di 30/10 di mm. dello sviluppo di cm 15, piegate ad "Omega" ed applicate al cartello nel numero e nella lunghezza necessari a mezzo chiodatura oppure, a scelta della Direzione Lavori, saldate elettricamente per punti.

La chiodatura dovrà essere praticata con chiodi a testa svasata piana che troveranno sede in cavo opportunamente sagomato, in modo tale da non creare alcuna disuguaglianza sulla superficie del cartello.

#### e) Attacchi

Le traverse di rinforzo sul retro dovranno portare i relativi attacchi speciali per l'adattamento ai sostegni od alle intelaiature di sostegno. Gli attacchi dovranno essere corredati dai necessari bulloncini zincati e relative rondelle pure zincate e dovranno essere eseguiti in modo tale da non richiedere alcuna foratura dei cartelli oppure degli accessori.

Inoltre dovranno essere dotati delle opportune staffe o cravatte.

Nel caso di applicazione di due pannelli a facce opposte ed alla stessa altezza sugli stessi sostegni, si dovranno adottare cravatte doppie.

#### f) Verniciatura del retro e dei bordi a scatola

Sarà ottenuta mediante l'applicazione a spruzzo di una doppia mano di smalto a forno base di resine ureomelaminiche (temperatura di cottura 140°, spessore 25/35 micron) di colore grigio opaco, nella gradazione precisata dalla Direzione Lavori.

Sul retro dei cartelli dovrà essere scritto il nome dell'Ente committente, del fabbricante e l'anno di fabbricazione; tali iscrizioni saranno in bianco e non dovranno occupare una superficie superiore a 200 (duecento) cmq.

#### g) Faccia anteriore

I fondi dei segnali dovranno essere interamente rivestiti con pellicola catarifrangente con microsferi incapsulate ad alta intensità luminosa. I simboli, le lettere delle iscrizioni, i bordi e le cornici di contorno di colore bianco dovranno ugualmente essere eseguiti in pellicola catarifrangente ad alta intensità luminosa (SCOTCHLITE HIGH INTENSITY GRADE).

I simboli, le lettere delle iscrizioni, i bordi e le cornici di contorno di colore nero, ove non eseguiti con paste serigrafiche, saranno realizzati con pellicola plastica opaca.

L'applicazione ai supporti di tutte le pellicole, catarifrangenti e plastiche, dovrà essere eseguita a mezzo di apposita apparecchiatura che sfrutti l'azione combinata del calore della pressione e comunque a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della Ditta produttrice delle pellicole.

#### h) Sostegni

I sostegni per i segnali verticali saranno in ferro tubolare senza saldatura del diametro di 60 o 90 mm chiusi alla sommità e, previo decappaggio del grezzo, dovranno essere zincati a caldo (norma UNI 5101 e ASTM 123), e poi verniciati con doppia mano di idonea vernice sintetica grigia neutra nella gradazione prescritta dalla Direzione Lavori.

I sostegni dovranno assicurare la necessaria robustezza in rapporto alle dimensioni dei cartelli da sostenere, alle condizioni d'impiego e alla stabilità al vento anche senza zavorramento o comunque con zavorramento assai limitato.

Detti sostegni, comprese le staffe ed i ferri di ancoraggio del palo di basamento, dovranno pesare rispettivamente per i due diametri sopracitati non meno di 4,4 e 8,2 kg/ml.

Il diametro inferiore sarà di norma utilizzato per i cartelli triangolari, circolari e gli altri cartelli di superficie inferiore a 2,0 mq; mentre il diametro maggiore sarà utilizzato per i cartelli a superficie maggiore.

Per i segnali a sbalzo su viadotti possono essere adottati entrambi i diametri come pure appositi manufatti in carpenteria metallica.

Tale soluzione dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori previo studio e giustificazione tecnica redatta dall'Impresa.

#### i) Fondazioni e posa in opera

La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando i sostegni su apposito basamento di conglomerato cementizio dosato a q.i 3 di cemento tipo 325 per mc. di miscela inerte granulometricamente corretta, nelle dimensioni di 40x40x80 cm per ogni sostegno.

Il basamento dovrà essere opportunamente aumentato in relazione alle dimensioni del segnale ed alle condizioni di posa.

Le dimensioni maggiori saranno determinate dall'Impresa tenendo presente che, sotto la sua responsabilità, gli impianti dovranno resistere ad una spinta orizzontale di 120 kg/mq.

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, montanti non perfettamente a piombo.

I segnali dovranno essere installati in modo tale da essere situati alla giusta distanza o posizione agli effetti della visibilità e dei regolamenti vigenti.

Il giudizio sulla esattezza di tale posizione è riservato in modo insindacabile alla Direzione Lavori e saranno ad esclusivo carico e spese dell'Impresa ogni operazione e fornitura relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

In particolare per avere la massima efficienza ed eliminare ogni effetto speculare viene stabilito che i cartelli laterali dovranno essere installati con l'asse verticale perfettamente a piombo e con l'asse orizzontale formante un angolo di 93° con la parallela alla direzione del traffico cui è rivolto il segnale; se i cartelli si trovano in curva tale angolo dovrà essere misurato rispetto alla linea retta congiungente il segnale ed il punto di effettiva leggibilità.

L'altezza tra il bordo inferiore dei segnali ed il piano stradale sarà compresa tra 1,0 m e 1,5 mentre la distanza in orizzontale misurata perpendicolarmente alla direzione del traffico, tra il ciglio esterno della banchina ed il bordo del cartello, non dovrà essere inferiore a 0,60 m; si dovrà comunque porre particolare cura onde mantenere per tutto il tronco stradale un'altezza costante di posa.

Nei prezzi relativi alla posa in opera sono compresi: ogni onere relativo al trasporto a pie' d'opera dei segnali, dei sostegni e di ogni altro materiale occorrente, lo scavo, la risistemazione del tappeto erboso ed il trasporto alla discarica dei materiali di risulta.

L'Impresa dovrà evitare di installare cartelli su proprietà di terzi senza relativa autorizzazione scritta; in caso contrario sarà la sola ed unica responsabile di fronte ad eventuali richieste di danni.

#### l) Rigenerazione di segnali esistenti

Per rigenerazione di segnali esistenti si intende tutta la serie delle seguenti operazioni:

- Smontaggio in loco di tutte le parti che comprendono il segnale e trasporto dello stesso nel laboratorio della Ditta.
- Raddrizzatura delle eventuali ammaccature e richiodature dei punti di saldatura ceduti.
- Asportazione totale della vecchia pellicola rifrangente per via chimica e per abrasione.
- Applicazione di una mano di vernice di fondo (Wash Primer).
- Applicazione a vacuum della pellicola rifrangente di fondo e della simbologia richiesta.
- Riverniciatura del retro in grigio come descritto al punto "f".
- Imballaggio, trasporto e rimontaggio del segnale in loco.

### **ART. 51.1.D - OBBLIGHI ED ONERI SPECIFICI A CARICO DELL'IMPRESA**

Saranno a carico dell'Impresa gli oneri seguenti:

- 1) l'adozione di tutti i provvedimenti e cautele necessarie per garantire l'incolumità delle persone e per evitare danni ai beni patrimoniali a terzi, l'installazione della prescritta regolare segnaletica delimitante il cantiere di lavoro, la custodia, sorveglianza e il mantenimento diurno e, se necessario, notturno della segnaletica stessa, il tempestivo sgombero. In proposito si richiamano le disposizioni del Codice della Strada e della Circolare Ministeriale n° 9540 del 20.12.1969, D.L. 30/04/1992 n. 285 e suo regolamento di esecuzione e di attuazione, D.P.R. n. 495 del 16/12/1992, D.L. n. 360 del 10/09/1993 in materia di segnalazione di cantieri in presenza di traffico e successive modificazioni e integrazioni, che dovranno essere osservate scrupolosamente.
- 2) tutti gli oneri derivanti da misure e provvedimenti necessari ad eseguire in modo corretto e sicuro i lavori;
- 3) l'Impresa è completamente responsabile dei danni arrecati alle persone e alle cose patrimoniali e di terzi. L'Amministrazione e la Direzione Lavori pertanto rimangono sollevate da ogni e qualsiasi responsabilità civile e penale per danni alle persone ed alle cose derivanti da deficienze di provvedimenti cautelativi in materia;
- 4) tutte le spese conseguenti alla facoltà della Direzione Lavori e dell'Amministrazione di prelevare, senza preavviso, campioni di vernice e da sottoporre alle analisi e prove che essa reputerà opportuno eseguire presso laboratori qualificati, per accertare la rispondenza delle vernici a quanto prescritto dal presente Capitolato o comunque dichiarato dall'Impresa;
- 5) la polizza di assicurazione di "tutti i rischi" per la responsabilità civile verso terzi, ivi compresa l'ANAS e l'Amministrazione Provinciale e i suoi dipendenti, inerente all'esecuzione dei lavori, per un massimale unico di almeno L. 1.000.000.000 (Lire un miliardo), per catastrofe, danni alle persone, cose o animali.
- 6) gli oneri derivanti dalle condizioni per esecuzione dei lavori in presenza di traffico e gli oneri derivanti dall'esecuzione dei lavori in fasi distinte saranno a carico dell' Impresa, senza alcun compenso speciale od aggravio per l'Amministrazione.

**ART. 52**  
**TUBAZIONI IN POLIETILENE ALTA DENSITA' PER RETE ACQUEDOTTO**

**1. Scopo e campo di applicazione**

La presente Specifica definisce le modalità di fornitura e collaudo di tubazioni in polietilene impiegate per la realizzazione di acquedotti.

**1.1. Normativa di riferimento**

I tubi, sia in barre che in rotoli, devono essere prodotti in osservanza della Norma UNI 7611 FAI, nonché dei requisiti supplementari della presente Specifica e devono essere corredati, all'atto della fornitura, di dichiarazione di conformità alle prescrizioni della Circolare Ministeriale n. 102 del 02.12.1978, nonché dei certificati di tutte le prove e verifiche di collaudo previste dalla presente Specifica.

Le prove saranno eseguite con i metodi previsti dalla UNI 7611.

L'Appaltatore si assume ogni onere e responsabilità conseguenti alla consegna di tubazioni che non possiedono i requisiti previsti dalla presente Specifica e dalle norme e leggi vigenti in materia, anche se non espressamente di seguito richiamate.

**2. Definizioni**

Committente: Ente pubblico o privato

Appaltatore: produttore delle tubazioni o solo fornitore e posatore delle stesse cui la Committente ha assegnato la realizzazione delle opere

Fornitura: partita di tubazioni soggetta ad uno specifico ordine da parte dell'Appaltatore per una determinata opera

Lotto di fornitura: quantitativo di tubazioni (numero barre e/o numero rotoli) dello stesso diametro e spessore (stesso PN) realizzata da un unico Produttore in un periodo massimo di 24 ore: il nome del Produttore e la data (giorno – mese – anno) marcata sulla tubazione definisce l'appartenenza al lotto.

**3. Caratteristiche della materia prima**

Le tubazioni, oggetto della presente Specifica, devono essere prodotte con polimero di base designato PE80 (minimum required strength) e classificato, secondo l'attuale normativa Iso 1133 – Iso 1183 ed inoltre, esso deve possedere densità superiore o uguale a 945 Kg/mc (polietilene ad alta densità).

In ogni modo, la materia prima impiegata deve risultare certificata dall'Istituto Italiano dei Plastici (IIP) e il relativo codice, nonché la designazione del tipo di polietilene o la relativa classe devono essere evidenziate nella marcatura della tubazione (vedere punto 6).

Nella fabbricazione delle tubazioni non è ammesso l'impiego di polietilene rigenerato.

Il polimero di base deve essere addizionato con antiossidanti, stabilizzanti UV e pigmenti necessari alla produzione e all'impiego delle tubazioni.

In particolare deve essere utilizzato carbon-black, in quantità non inferiore al 2% in massa, con le seguenti caratteristiche:

- massa volumica: 1.5 – 2 gr/mc
- dimensione media delle particelle: 0.010 – 0.025 µm

Tutti gli agenti stabilizzanti devono essere uniformemente dispersi nella massa granulare.

L'additivazione deve essere effettuata dal Produttore della resina; non è ammesso l'impiego di polimero neutro, stabilizzato a cura del Produttore delle tubazioni.

La fornitura delle tubazioni deve essere corredata da idonea certificazione fornita dal Produttore della materia prima che attesti la conformità delle caratteristiche chimico-fisiche del polimero di base ai requisiti sopra indicati e a quanto ulteriormente previsto al punto 2 della Norma UNI 7611 + FAI, con particolare riferimento ai seguenti parametri della resina:

- densità;
- indice di fluidità;
- stabilità termica;
- contenuto di nerofumo, grado di dispersione e ripartizione;
- minimum required strength (PE80)

#### **4. Requisiti generali delle tubazioni**

Le tubazioni, oggetto della presente Specifica, devono essere prodotte in conformità ai requisiti previsti dalla Norma UNI 7611 + FAI.

Il Produttore delle tubazioni deve essere in possesso della certificazione rilasciata dall'Istituto Italiano dei Plastici (IIP). Il marchio di conformità IIP-UNI e relativo numero distintivo di certificazione devono essere chiaramente evidenziati nella marcatura delle tubazioni stesse (vedere punto 6)

Le tubazioni devono essere realizzate mediante estrusione: a tal proposito gli impianti di alimentazione devono essere dotati di idonei essicatori per il controllo del contenuto di umidità.

Le dimensioni delle tubazioni, diametro esterno nominale e spessori, devono risultare conformi a quanto prescritto nella norma UNI 7611 + FAI

Il colore delle tubazioni è nero.

Le tubazioni devono essere fornite in barre di lunghezza minima 5 m, con tappi di protezione sulle testate di estremità.

Le testate devono essere finite con taglio netto e ortogonale al loro asse, essere prive di sbavature e/o scalfiture che potrebbero alterare le caratteristiche funzionali delle tubazioni.

Limitatamente a diametri esterni nominali inferiori o uguali a 63 mm, le tubazioni possono essere fornite in rotoli di lunghezza massima 100 m.

Il diametro del tamburo di avvolgimento delle tubazioni non deve risultare inferiore a 20 volte il diametro esterno nominale, con un minimo di 0.6 m.

Le tubazioni devono essere state prodotte entro un massimo di 12 mesi dalla data di consegna alla Committente (Appaltatore): la data di produzione delle tubazioni deve essere rilevabile dalla marcatura di cui al punto 6.

#### **5. Requisiti di saldatura**

L'Appaltatore o fornitore è tenuto a dare adeguata dimostrazione dell'idoneità alla saldatura delle proprie tubazioni, sia con processo di saldatura testa a testa ad elementi termici che con processo di saldatura per elettro fusione, impiegando le tipologie di raccordi normalmente approvvigionabili.

A tal proposito, l'Appaltatore o fornitore deve indicare le modalità di saldatura applicabili, facendo riferimento a norme nazionali e/o internazionali o a specifiche particolari redatte dal Produttore di tubazioni e raccordi, a seguito di adeguata sperimentazione.

In particolare, prima dell'inizio della fornitura, l'Appaltatore è tenuto a dimostrare l'idoneità delle proprie tubazioni alla saldatura con processo testa a testa ad elementi termici, realizzando due campioni saldati, rispettivamente di diametro e spessore minimo e diametro e spessore massimo, caratteristici dell'intera fornitura e per i quali prevede di impiegare tale processo di saldatura.

Ciascun campione, comprendente due spezzoni di tubo, ognuno di lunghezza non inferiore a 3 volte il diametro esterno, con un minimo di 375 mm deve essere saldato realizzando tra i due lembi un disassamento pari al 10% dello spessore della tubazione, con un minimo di 1 mm.

Ogni campione saldato deve essere sottoposto alla prova di resistenza alla pressione interna (80° - 165 ore - 4.6 Mpa), secondo le modalità descritte in Appendice D.

L'Appaltatore, oltre che ai risultati delle prove condotte sui due campioni saldati, deve indicare le modalità di saldatura, i parametri esecutivi e le attrezzature impiegate per la loro realizzazione.

#### **6. Marcatura**

La marcatura delle tubazioni deve essere realizzata in modo leggibile e indelebile e tale da non pregiudicare le caratteristiche fisico - meccaniche del prodotto.

La marcatura delle tubazioni, di colore blu, deve essere costituita da:

- almeno n. 4 strisce longitudinali a 90°, continue per tutta la lunghezza della tubazione, coestruse
- Scritte continue, con i dati ripetuti con un intervallo non maggiore di 1 m, che comprenda almeno le seguenti informazioni:
  - marchio di fabbrica;
  - l'indicazione del materiale e della classe (PE/AD);
  - l'indicazione del tipo di polietilene (312);
  - il valore del diametro esterno nominale in mm;
  - l'indicazione della pressione nominale PN;
  - il marchio IIP e relativo numero di riferimento;
  - l'indicazione del periodo di produzione (gg-mm-aa);
  - l'indicazione in opportuno codice, che contraddistingua il nome della materia prima impiegata e il suo produttore.

L'altezza dei caratteri costituenti la legenda deve risultare non inferiore a 5 mm.

## **7. Confezionamento, immagazzinamento, trasporto, carico, e scarico delle tubazioni**

Nelle operazioni di accatastamento, carico e scarico e immagazzinamento, l'Appaltatore è tenuto a seguire le prescrizioni di cui al Dm 12.12.1985 e, in particolare, i requisiti di seguito esposti.

Le tubazioni devono essere fornite con le estremità protette con tappi – femmine di materiale plastico.

Le tubazioni fornite in barre devono essere legate in fasci utilizzando reggette in materiale non metallico, opportunamente distanziate dalla superficie dei tubi.

Le tubazioni fornite in rotoli devono essere confezionate in modo tale che al momento dell'impiego si possano rimuovere solo due strati senza che si svolga l'intero rotolo.

Prima della posa, l'immagazzinamento delle tubazioni deve avvenire in modo tale che esse non subiscano danni o deformazioni: le cataste non devono superare 1.5 m di altezza, per qualunque diametro, e il piano di appoggio deve risultare livellato ed esente da asperità.

Eventuali distanziatori tra i fasci devono essere di materiale e dimensioni tali da non danneggiare le superfici delle tubazioni.

Per le tubazioni fornite in rotoli, che vadano appoggiati orizzontalmente, la massima altezza di accatastamento non deve risultare superiore a 2 m.

In ogni modo, fino al momento della posa, le tubazioni devono essere stoccate in luogo coperto all'interno dello stabilimento o in apposito magazzino o comunque adeguatamente coperte.

Tutte le operazioni di carico, scarico, movimentazione e trasporto devono essere effettuate in modo da non determinare danneggiamenti alle tubazioni.

Alla consegna delle tubazioni, la D.L. si riserva di verificare lo stato delle tubazioni, e di considerare l'Appaltatore unico responsabile di eventuali danneggiamenti subiti dalle tubazioni stesse.

## **8. Collocamento in opera**

L'assieme della condotta può essere effettuato fuori dallo scavo e quindi la posa della condotta avverrà per tratti successivi utilizzando mezzi meccanici.

Prima di effettuare il collegamento dei diversi elementi della tubazione, tubi e raccordi devono essere controllati per eventuali difetti ed accuratamente puliti alle estremità, i tubi inoltre saranno tagliati perpendicolarmente all'asse.

I terminali dei tratti già collegati che per un qualunque motivo debbano rimanere temporaneamente isolati devono essere chiusi ermeticamente onde evitare l'introduzione di materiali estranei.

Gli accessori interposti nella tubazione come valvole, sracinesche e simili, devono essere sorretti in modo da non esercitare alcuna sollecitazione sui tubi.

Si consiglia a la posa in opera di opportuni nastri segnaletici sopra la condotta, al fine di facilitarne la esatta ubicazione in caso di eventuale manutenzione.

Tenuto conto che il tubo, dilatandosi in funzione della temperatura del terreno, assume delle tensioni se bloccato alle estremità prima del riempimento, si dovrà procedere come segue:

- il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna.  
Il riempimento si consiglia sia fatto nelle ore meno calde della giornata;
- si procederà, sempre a zone di 20 – 30 m avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita: si lavorerà su tre tratte consecutive e si eseguirà contemporaneamente il ricoprimento (fino a quota 50 cm sul tubo) in una zona, il ricoprimento fino a 15 – 20 cm sul tubo nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata;
- si potrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante.  
Per consentire che il tubo si assesti assumendo la temperatura del terreno, una delle estremità della tratta di condotta dovrà sempre essere mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali e all'altra estremità della condotta dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a 5 – 6 m dal pezzo stesso da collegare.

## 9. Requisiti tecnici richiesti

Con congruo anticipo (45 gg) rispetto alla fornitura e posa l'Appaltatore deve fornire le seguenti informazioni:

### a - MATERIA PRIMA

- Produttore della materia prima;
- designazione commerciale della materia prima;
- estremi della certificazione IIP della materia prima;
- caratteristiche della materia prima (densità, indice di fluidità, quantità e grado di dispersione del nerofumo, stabilità tecnica, caratteristiche meccaniche).

### b - TUBAZIONI

- Produttore delle tubazioni ed estremi della certificazione IIP;
- certificazioni del sistema di qualità adottato dal Produttore delle tubazioni (es. UNI EN 9002);
- tipologia, estensione e modalità esecutive delle prove realizzate dal Produttore di tubazioni nel controllo di produzione, per la verifica della qualità dei prodotti, in conformità alle normative e leggi applicabili: in particolare, con riferimento alle prove di collaudo previste al punto 9.2 – Prospetto I, deve essere specificato se l'esecuzione di tali esami è già prevista nel controllo di produzione, definendone l'estensione normalmente applicata dal Produttore delle tubazioni.

### c - MODALITA' DI COLLAUDO DELLA FORNITURA

Modalità, luogo e tempi del collaudo delle singole forniture, secondo quanto prescritto al punto 9 della presente Specifica, deve essere indicato se il collaudo potrà essere eseguito direttamente presso il Produttore delle tubazioni o presso altro laboratorio specializzato, esplicitando, in ogni modo, la disponibilità di attrezzature e strumentazioni di prova del laboratorio presso il quale saranno eseguite le prove previste al punto 9.2.

In ogni modo deve essere garantita la corretta esecuzione di tutti gli esami previsti.

La D.L. si riserva di verificare l'idoneità e il grado di precisione di tutti gli strumenti e delle attrezzature utilizzate per la produzione e il controllo della materia prima, per la fabbricazione delle tubazioni e il loro successivo collaudo.

L'Appaltatore tramite il fornitore deve ritenersi impegnato a segnalare tempestivamente per iscritto, in qualsiasi momento, eventuali variazioni o anomalie che si verificassero nelle caratteristiche della materia prima, nel processo di fabbricazione delle tubazioni o nel loro controllo, rispetto a quanto dichiarato preliminarmente in fase di offerta

## 10. Collaudo della fornitura

### 10.1. Documentazione richiesta per l'accettazione della fornitura

Anticipatamente all'invio della prima fornitura, l'Appaltatore è tenuto ad inviare i risultati delle prove di saldabilità e tutte le altre informazioni richieste al punto 5.



La spedizione di ciascuna fornitura è autorizzata dalla D.L. qualora l'Appaltatore abbia soddisfatto le modalità di collaudo di seguito riportate e tutta la documentazione richiesta sia stata verificata e giudicata soddisfacente.

Per ciascuna fornitura l'Appaltatore è tenuto a fornire la seguente documentazione:

- certificazione dei risultati delle prove eseguite sulla materia prima impiegata per la fabbricazione delle tubazioni oggetto della fornitura (densità, indice di fluidità, contenuto e dispersione del nerofumo, stabilità termica, etc.);
- certificazione dei risultati delle prove eseguite dal Produttore delle tubazioni durante il controllo di produzione, attestanti la conformità della fornitura in oggetto ai requisiti della Norma UNI 7611 + FAI, con particolare riferimento alle prove di sistema e di tipo previste;
- certificazioni dei risultati delle prove di collaudo dei singoli lotti di fornitura previste al punto 9.2 della presente Specifica.

#### 10.2. Prove di collaudo della fornitura

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire su ciascun lotto di fornitura, definito come al punto 2, tutte le prove, distruttive e non distruttive, previste nel Prospetto I.

La D.L. si riserva di presenziare, con propri incaricati, al prelievo dei campioni rappresentativi del lotto e all'esecuzione delle prove previste.

A tal fine l'Appaltatore e/o produttore si impegna a dare libero accesso ai propri reparti, in qualsiasi momento e in qualsiasi fase della produzione e del controllo delle tubazioni, agli incaricati della D.L.

L'Appaltatore si impegna, altresì, a comunicare per iscritto ai competenti uffici della D.L., con un anticipo di almeno 5 gg lavorativi, la data di inizio produzione e collaudo del lotto di fornitura (prelievo dei campioni rappresentativi del lotto) indicando, inoltre, il luogo del collaudo stesso (vedere punto 8).

Nel caso di presenza degli incaricati della D.L., la scelta dei campioni rappresentativi del lotto di fornitura è di loro competenza.

Unitamente alla convocazione per il collaudo, l'Appaltatore si impegna a fornire alla D.L. il "Piano di Collaudo" in cui viene specificata, per la particolare fornitura in oggetto, la suddivisione dei lotti su cui verranno eseguite le prove.

La D.L. si riserva comunque di prelevare campioni della fornitura prima della spedizione o all'arrivo dei materiali e di eseguire prove ed esami per la verifica della qualità delle tubazioni approvvigionate: in ogni modo, tali prove non devono essere considerate sostitutive dei controlli che l'Appaltatore deve sempre e in ogni caso effettuare, rimanendo esso il solo responsabile.

Le prove richieste per il collaudo di ciascuna fornitura sono indicate nel prospetto I; in funzione della tipologia in esame, la campionatura è riferita al singolo lotto di fornitura, definito come al punto 2, o all'intera fornitura soggetta ad uno specifico ordine di lavoro, costituita da più lotti differenti; in questo secondo caso, la tipologia dei lotti da cui prelevare i campioni da sottoporre a prova, deve essere stabilita dalla D.L., sulla base del "Piano di Collaudo", di cui al presente punto (9), presentato dall'Appaltatore.

In ogni modo, le prove previste sull'intera fornitura devono essere eseguite su lotti differenti.

La campionatura prevista sul singolo lotto di fornitura è riferita al numero barre o al numero di rotoli che la compongono.

L'esecuzione delle prove previste nel Prospetto I può essere realizzata direttamente presso il Produttore delle tubazioni, in particolare se tali esami, nell'estensione indicata, sono già previsti nel controllo di produzione.

Per quanto riguarda la garanzia, la ditta appaltatrice dei lavori è da ritenere responsabile di eventuali anomalie delle tubazioni che si verificassero in esercizio e derivanti da difettosità del tubo, delle operazioni di posa e/o del materiale impegnato.

Pertanto, in tale caso, dovrà procedere a proprie spese al ripristino se le tubazioni risultassero posate.

Tipo di prova		Numero di campioni minimo per ciascuna fornitura o lotto di fornitura	Modalità esecutive della prova	Requisiti della prova	Valutazione in caso di esito negativo della prova
1. ESAME VISIVO		Per ogni lotto di fornitura: 100 %	UNI 7615 punto 4	UNI 7611 + FAI prospetto IV	Scartare tubazioni non accettabili
2. ESAME DIMENSIONALE	2.1. Spessore S	Per ogni lotto di fornitura: - barre: 10% - rotoli: 30%	Appendice A	0.1 x S + 0.2 mm 0.0 mm con arrotondamento a 0.1 mm per eccesso	Estendere esame a tutto il lotto di fornitura: scartare le tubazioni non accettabili
	2.2. Diametro esterno medio Dem	Per ogni lotto di fornitura: - barre: 10% - rotoli: 30%	Appendice A	0.009 x D, min 0.3 mm 0.0 mm con arrotondamento a 0.1 mm per eccesso	Estendere esame a tutto il lotto di fornitura: scartare le tubazioni non accettabili
	2.3. Diametro esterno qualunque De	Per ogni lotto di fornitura: - barre: 10% - rotoli: 30%	Appendice A	- barre: $\pm 0.015$ Dem - rotoli: $\pm 0.06$ Dem con arrotondamento a 0.1 mm per eccesso	Estendere esame a tutto il lotto di fornitura: scartare le tubazioni non accettabili
	2.4. Lunghezza	Per ogni lotto di fornitura: - barre: 10% - rotoli: 30%	Appendice A	- barre: + 1 % - 0 % - rotoli: + 1 % - 0.5 %	Estendere esame a tutto il lotto di fornitura: scartare le tubazioni non accettabili
Tipo di prova		Numero di campioni minimo per ciascuna fornitura o lotto di fornitura	Modalità esecutive della prova	Requisiti della prova	Valutazione in caso di esito negativo della prova
3. MATERIA PRIMA	3.1. Densità (dopo estrusione)	Per ogni fornitura: 20% lotti e ogni lotto, 1 campione	ISO R 1163 Metodo D	Densità del materiale dopo estrusione: max. variazione $\pm 5$ Kg/mc rispetto a densità certificata dal produttore della resina	Scartare lotto provato. Effettuare esame su altri tre campioni presi da lotti differenti; in caso di ulteriore esito negativo scartare la fornitura
	3.2. Indice di fluidità MFR (dopo estrusione)	Per ogni fornitura: 20% lotti e ogni lotto, 1 campione	UNI 5640 ISO 1133	MFR del materiale dopo estrusione: massima variazione $\pm 20\%$ rispetto a MFR certificato dal produttore della resina	Scartare lotto provato. Effettuare esame su altri tre campioni presi da lotti differenti; in caso di ulteriore esito negativo scartare la fornitura
	3.3. Contenuto di nerofumo (dopo estrusione)	Per ogni fornitura: 20% lotti e ogni lotto, 1 campione	UNI 9556	$\geq 2\%$	Scartare lotto provato. Effettuare esame su altri tre campioni presi da lotti differenti; in caso di ulteriore esito negativo scartare la fornitura
	3.4. Indice di dispersione e ripartizione (dopo estrusione)	Per ogni fornitura: 20% lotti e ogni lotto, 1 campione	UNI 9555	Indice di dispersione $\leq 3$ Indice di ripart. $\leq C2$	Scartare lotto provato. Effettuare esame su altri tre campioni presi da lotti differenti; in caso di ulteriore esito negativo scartare la fornitura

4. PROVE MECCANICHE	4.1. Tensione di snervamento e allungamento e rottura	Per ogni lotto di fornitura: - barre: 2 % - rotoli: 50 %	UNI – ISO 4437 Appendice D	Tensione minima di snervamento: 19 Mpa  Allungamento a rottura minimo 350 %	Effettuare prova su altri tre campioni provenienti dallo stesso lotto: in caso di ulteriore esito negativo si deve scartare il lotto
	4.2. Tensioni interne	Per ogni lotto di fornitura: - barre: 1 % - rotoli: 25 %	UNI 7615 Punto 4	Variazione massima della lunghezza: $\pm 3\%$	Effettuare prova su altri tre campioni provenienti dallo stesso lotto: in caso di ulteriore esito negativo si deve scartare il lotto
	4.3. Resistenza alla pressione interna a breve termine	Per ogni lotto di fornitura: - barre: 2 % - rotoli: 50 %	Appendice B	Non devono esserci perdite nelle condizioni di prova previste	Effettuare prova su altri tre campioni provenienti dallo stesso lotto: in caso di ulteriore esito negativo si deve scartare il lotto
	4.4. Resistenza alla pressione interna a 80° c	Per ogni fornitura: 10% lotti e ogni lotto, 1 campione	Appendice C	Non devono esserci perdite nelle condizioni di prova previste	Scartare lotto provato Effettuare prova su altri tre campioni provenienti dallo stesso lotto: in caso di ulteriore esito negativo si deve scartare il lotto

Sulla fornitura è previsto il prelievo di un diametro campione da sottoporre alla prova di 1.000 h a 80° C

## Appendice A

### Esami dimensionali delle tubazioni

Le dimensioni, di seguito specificate, devono essere rilevate secondo le indicazioni riportate nella norma ISO 3126; tutte le misure devono essere effettuate ad una temperatura di riferimento di  $23 \pm 2$  ° C.

#### A.1. Spessore

Le misure di spessore si effettuano su entrambe le estremità della tubazione ad una distanza non inferiore a 10 mm dalle stesse.

Le misure di spessore devono essere effettuate con micrometro centesimale provvisto di tastatore sferico di raggio 4 mm.

Per ogni sezione si devono rilevare 4 punti a 90° e i singoli valori misurati devono rientrare nelle tolleranze richieste.

#### A.2. Diametro esterno medio (Dem)

Le misure devono essere effettuate in prossimità di entrambe le estremità della tubazione, ad una distanza da esse non inferiore ad un diametro.

Per ogni sezione considerata si deve rilevare il diametro esterno medio (Dem) con misuratore circonferenziale a nastro che consenta di apprezzare 0.01 mm.

#### A.3. Diametro qualunque (De)

Le misure devono essere effettuate in prossimità di entrambe le estremità della tubazione, ad una distanza da esse non inferiore ad un diametro.

Per ogni sezione considerata, la misura del diametro esterno qualunque (De) deve essere effettuata con calibro di precisione che consenta di rilevare almeno 0.01 mm.

Per tubazioni in rotoli la misura deve essere effettuata immediatamente dopo srotolamento.

#### A.4. Lunghezza (L)

La misura di lunghezza delle tubazioni, in barre o in rotoli, deve essere effettuata con strumenti atti a conseguire una precisione non inferiore a 5 mm.

### Appendice B

#### Prova di resistenza alla pressione interna a breve termine

La prova di resistenza alla pressione interna a breve termine deve essere condotta in conformità alla norma ISO 1167.

Il campione deve essere sottoposto e mantenuto, previo condizionamento ad una temperatura pari a  $20^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$ , ad una pressione interna costante mediante acqua.

Il campione deve avere lunghezza libera minima pari a tre volte il diametro esterno nominale, con un minimo di 250 mm.

Il campione deve essere otturato con opportuni dispositivi che consentano l'immissione di acqua e lo sfiato dell'aria.

Il campione deve essere portato alla pressione tale da determinare una tensione circonferenziale pari a 15 Mpa, ovvero:

in un tempo variabile tra 30 e 40 sec. la pressione deve essere mantenuta costante, con una precisione non inferiore a  $\pm 2\%$ , per un tempo di un ora.

La temperatura dell'acqua è  $20^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$ .

Durante tutto il periodo della prova non devono manifestarsi perdite .

Terminato il periodo di un ora senza perdite, il campione deve essere portato alla pressione di:

- 53 bar per PN 16
- 32 bar per PN 10
- 19 bar per PN 6
- 13 bar per PN 4

Tale pressione deve essere raggiunta in un periodo non inferiore a 15 sec. mantenuta per almeno 15 sec. senza che si verifichi la rottura del campione: dopo di che il campione può essere portato a scoppio registrando il valore della pressione a cui si determina la rottura.

### Appendice C

#### Prova di resistenza alla pressione interna a $80^{\circ} \text{C}$

La prova deve essere condotta a  $80^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$ , ad una pressione tale da determinare una sollecitazione pari a 4.6 Mpa. Non si devono manifestare rotture fragili entro un periodo minimo di 165 ore: se rotture duttili si verificano prima di tale periodo minimo, la tensione può essere ridotta e il tempo di rottura minimo richiesto, conseguentemente più elevato, è ricavabile dalla seguente tabella, con riferimento al materiale tipo PE80.

TENSIONE (Mpa)	TEMPO MINIMO DI ROTTURA (h)
4.6	165
4.5	219
4.4	293
4.3	394
4.2	533
4.1	727

Le modalità esecutive della prova devono essere conformi a quanto richiesto in ISO 1167: quando disponibile, dovrà essere applicata la norma europea EN attualmente in preparazione.

## COLLAUDO DELLE CONDOTTE POSATE

Prima di procedere a rinterri delle condotte realizzate e comunque prima del loro allacciamento alla rete esistente l'appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese a tutti gli apprestamenti e predisposizioni necessarie alla prova idraulica eseguita con acqua e consistenti in fondelli, flange provvisorie, pezzi speciali, maggior lunghezze provvisorie della condotta, innesti per inserimento di prese di pressione, blocchi di ancoraggio e quant'altro necessario per eseguire la prova.

La condotta può essere collaudata anche per tronchi successivi e a tale proposito l'Appaltatore dovrà predisporre un piano di collaudo preliminarmente alla posa in opera da consegnare alla D.L.

Come prima operazione, si dovrà procedere ad ancorare la condotta nello scavo mediante parziale riempimento con sabbia, con l'avvertenza però di lasciare i giunti scoperti ed ispezionabili: ciò per consentire il controllo della loro tenuta idraulica e per evitare comunque il movimento orizzontale e verticale dei tubi sottoposti a pressione.

Si procederà quindi al riempimento con acqua dal punto più depresso della tratta, ove verrà installato pure il manometro.

Si avrà la massima cura nel lasciare aperti rubinetti, sfiati, etc. onde consentire la completa fuoriuscita dell'aria.

Riempita la tratta nel modo sopra descritto la si metterà in pressione a mezzo di una pompa, salendo gradualmente di un Kg/cm<sup>2</sup> al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio.

Questa verrà mantenuta per il tempo necessario per consentire l'assestamento dei giunti e l'eliminazione di eventuali perdite che non richiedono lo svuotamento della condotta.

Prova a 1 ora (preliminare-indicativa)

Si porterà la tratta interessata alla pressione di prova idraulica (1.5 volte la pressione nominale a 20° C) e si isolerà il sistema dalla pompa di prova per un periodo di 1 ora; nel caso di calo di pressione si misurerà il quantitativo di acqua occorrente per ripristinare la pressione di prova.

Tale quantitativo non dovrà superare il quantitativo d'acqua ricavato con la seguente formula:

0.125 litri per ogni Km di condotta, per ogni 3 bar, per ogni 25 mm di diametro interno.

Esempio:

- sviluppo della linea	= 250 m
- diametro esterno del tubo	= 180 mm
- diametro interno del tubo	= 159.6 mm
- pressione nominale	= 6 PN
- pressione di prova	= 6 x 1.5 = 9 bar

si avrà:

$0.125 \times 250/1000 \times 9/3 \times 159.6/25 = 0.6$  litri (Quantitativo massimo di acqua da ripristinare su uno sviluppo della linea di 250 m, un diametro esterno del tubo di 180 mm e una pressione nominale di 6)

Prova a 12 ore

Effettuata la prova a 1 ora ed avendo ottenuto risultato positivo, si procederà al collaudo a 12 ore lasciando la tratta interessata alla pressione di prova (1.5 volte la pressione nominale) per tale periodo.

Trascorso tale termine, nel caso di calo di pressione, il quantitativo di acqua necessaria per ristabilire la pressione di prova non dovrà superare il quantitativo di acqua ottenuto con la precedente formula riferita a 12 ore.

Solo in quest'ultimo caso, il collaudo sarà da ritenersi positivo.

A prova ultimata con esito positivo l'appaltatore dovrà provvedere, con oneri a suo carico, all'eliminazione di tutte le predisposizioni attuate e non funzionali alla configurazione definitiva dell'impianto.

Nel caso di non conformità dovrà essere redatto il relativo certificato di non conformità con l'indicazione delle posizioni in cui sono state riscontrate le perdite e contestualmente dovrà provvedere alle necessarie riparazioni.

Ultimate le operazioni di riparazione la prova idraulica dovrà essere ripetuta.

I manometri per la misurazione della pressione in fase di prova dovranno avere idoneo certificato di taratura in originale rilasciato da laboratorio ufficiale e antecedente la prova di non più di due settimane.

Nel caso di esito positivo verrà redatto opportuno certificato di collaudo firmato dall'Appaltatore e dalla D.L.

La pressione di collaudo dovrà essere pari ad almeno 1.5 volte la pressione teorica massima prevista in esercizio per i diversi tipi di condotte.

Nel caso specifico le pressioni, massime, di esercizio sono:

- linea di mandata 5.5 atm
- linea di distribuzione 4.5 atm

## **ART. 53**

### **TUBAZIONI IN ACCIAIO PER RETE GAS METANO**

#### **1. Posa delle tubazioni**

##### **1.1. TIPOLOGIA DELLE TUBAZIONI**

A seconda della pressione di esercizio le tubazioni della rete di distribuzione gas si classificano in:

- a. Tubazione in alta pressione (A.P.), in acciaio con giunzioni saldate, alimentata a pressione superiore a 5 bar;
- b. Tubazione in media pressione (M.P.B.) in acciaio con giunzioni saldate o in ghisa, alimentata a pressioni comprese tra 5 e 0.5 bar.
- c. Tubazioni in media pressione (M.P.A.) in acciaio con giunzioni saldate o in ghisa, con giunzioni meccaniche, alimentata a pressioni comprese tra 0.5 e 0,04 bar.
- d. Tubazione stradale in bassa pressione (B.P.) in acciaio con giunzioni saldate oppure in ghisa con giunzioni meccaniche alimentata a pressione inferiore o uguale a 0,04 bar.

##### **1.2. LAVORI ED ELEMENTI ACCESSORI**

###### **a. Fasciatura:**

l'operazione di protezione passiva della tubazione stradale e dei pezzi speciali si ottiene mediante l'impiego di bende di tessuto di vetro e catrame e/o nastro plastico isolante e/o altro materiale isolante che si esegue, in corrispondenza delle saldature dei pezzi speciali e per la riparazione del primitivo rivestimento delle tubazioni, nei punti che risultano danneggiati.

###### **b. Valvole di intercettazione:**

elemento direttamente interrato e/o posto in cameretta interrata che viene inserito per escludere il flusso del gas in una parte della rete di distribuzione gas.

###### **c. Tubo di protezione e cunicolo:**

tubo in acciaio o in P.V.C, o manufatto in c.a. che viene posto, in determinate condizioni, a protezione di alcuni tratti di tubazione e che ha anche il compito di convogliare eventuali perdite di gas in punti prestabiliti.

###### **d. Sifone:**

elemento che viene inserito nella rete di distribuzione per la raccolta di eventuali condense contenute nel gas.

###### **e. Pozzetto, cameretta e cabina:**

manufatto atto a ricevere e a proteggere gli accessori della rete di distribuzione come valvole di intercettazione, giunti dielettrici, riduttori di pressione etc. e che consente l'accessibilità agli stessi per le operazioni di manutenzione e manovra.

f. Chiusino:

elemento che viene posto a protezione e chiusura di pozzetti e camerette.

g. Giunto dielettrico:

elemento atto ad interrompere la continuità elettrica nelle tubazioni in acciaio.

h. Gruppo di riduzione e di regolazione di pressione:

complesso che viene inserito nelle rete di distribuzione per ridurre e regolare la pressione del gas entro i limiti previsti dalle condizioni di distribuzione.

### 1.3. COLLAUDO

E' il complesso delle operazioni atte ad accertare la corretta realizzazione della rete di distribuzione.

In particolare si esegue per:

- a. verificare la corrispondenza delle rete alla legislazione vigente e alle norme in genere;
- b. ottenere dagli Enti preposti, le necessarie autorizzazioni all'esercizio della rete;
- c. consentire l'utilizzazione della rete in condizioni di sicurezza;
- d. accertare la corretta esecuzione delle opere volte alla conservazione del materiale;
- e. evidenziare l'eventuale necessità di interventi integrativi;
- f. consentire lo svincolo delle ritenute di garanzia secondo quanto previsto dal contratto d'appalto.

#### 1.3.1. Tipi di collaudo

L'insieme delle operazioni atte a controllare che la rete di distribuzione gas sia conforme alle prescrizioni e alle norme della Committente e/o di Legge sono:

- a. controlli di corretta esecuzione;
- b. esami radiografici delle saldature;
- c. prove di tenuta a pressione;
- d. prove di isolamento elettrico.

## 2. Modalità di esecuzione dei lavori

### 2.1. MATERIALI

#### 2.1.1. Materiali forniti dalla Committente

Tutti i materiali che potranno essere forniti della Committente dovranno essere prelevati e trasportati a piè d'opera a cura e spese dell'Appaltatore dai magazzini indicati e ubicati entro un percorso stradale di 10 Km dal luogo dei lavori. Per distanze maggiori verrà corrisposto il compenso previsto dall'Elenco prezzi contrattuale.

Dal momento del ritiro dei materiali, l'Appaltatore resterà responsabile della buona conservazione dei materiali, sia - durante il trasporto a piè d'opera, sia durante l'eventuale sosta in cantiere, prima dall'impiego.

L'Appaltatore all'atto del ritiro dei materiali dovrà controllarne l'esatta quantità, la buona qualità e idoneità all'impiego. Eventuali giacenze verranno riconsegnate nei magazzini della Committente a cura dell'Appaltatore entro 15 giorni dalla fine dei lavori.

#### 2.1.2. Materiali forniti dall'Appaltatore

L'Appaltatore dovrà fornire in genere tutti i materiali necessari alla realizzazione delle opere compresi quelli di consumo oltre ai carburanti e lubrificanti per le proprie macchine, grassi, solventi, stracci, etc.

Dovrà quindi provvedere ai materiali per la costruzione dell'impianto (come tubi, raccordi, valvole, pezzi speciali, etc.) ai materiali per la giunzione dei tubi (come elettrodi, ossigeno e acetilene), ai materiali per la costruzione di opere murarie ed accessorie (come mattoni, cemento e inerti) per ancoraggio tubazioni (come cemento e zanche), ai materiali per rinterri e ripristini (come sabbia, ghiaia, pozzolana, pietrisco e bitume).

La suddetta elencazione fatta a puro titolo esemplificativo, senza peraltro escludere l'obbligo dell'Appaltatore alla fornitura di tutti quei materiali di consumo necessari per l'esecuzione dei lavori.

Tutti i materiali forniti dall'Appaltatore dovranno essere conformi ad elenchi materiali e relative specifiche fornite dalla Committente e comunque sottoposti preventivamente alla approvazione della Direzione Lavori.

## 2.2. POSA DELLE TUBAZIONI

### 2.2.1. Carico, trasporto, scarico, accatastamento e sfilamento dei tubi

#### 2.2.1.1. Carico dei tubi

Le operazioni di carico dei tubi, su mezzi di trasporto di qualsiasi tipo, dovranno essere effettuate in modo da non provocare danni ai tubi, al loro rivestimento o verniciatura.

I tubi in fase di carico dovranno essere adagiati sul mezzo di trasporto e sui tubi già caricati e non fatti cadere o urtare su di essi.

In nessun caso è ammesso il sollevamento dei tubi con corde, funi o catene agganciate o legate a diretto contatto del rivestimento o verniciatura, per non danneggiarli.

Preferibilmente si dovranno usare gru fornite di braghe da agganciare alle estremità dei tubi; i ganci di tali braghe dovranno essere adeguatamente protetti per evitare danni ai cianfrini.

Si potranno anche adottare particolari attrezzature che consentano di imbragare l'intero carico e di sollevarlo in una sola alzata.

In alternativa, per il carico, potranno essere usati:

a. Fasce a superficie liscia avvolte sulla parte centrale dei tubi, purché questi vengano distanziati, sul mezzo di trasporto, con calaggi di almeno 5 cm di altezza, se trattasi di tubi rivestiti o verniciati e di almeno 3 cm se trattasi di tubi grezzi, giusto per consentire un agevole sfilamento della fascia a carico avvenuto.

La larghezza di tali fasce deve essere di almeno 10 cm, se i tubi hanno DN uguale o inferiore a 300 mm; per tubi con DN superiore a 300 mm la larghezza deve essere adeguatamente aumentata impiegando anche due o più fasce.

b. carrelli elevatori o mezzi di tipo analogo, purché i tubi vengano distanziati, sul mezzo di trasporto, con calaggi di almeno 10 cm di altezza, che consentano l'introduzione e lo sfilamento dei bracci, senza danneggiare il tubo o il suo rivestimento o verniciatura.

Inoltre, le superfici di possibile contatto tra tubo rivestito o verniciato ed il mezzo di sollevamento dovranno essere ricoperte con strisce o guaine di gomma dure di almeno 5 mm di spessore.

Durante gli spostamenti i tubi non dovranno essere fatti urtare contro ostacoli.

c. Mazzi di sollevamento di tipo diverso.

In tal caso l'altezza dei calaggi ed altre eventuali prescrizioni dovranno essere stabilite di volta in volta, con i criteri di massima sopra indicati.

Se i tubi risultassero imballati in fasci, questi fasci dovranno essere caricati come se si trattasse di un tubo unico di grande diametro, usando i mezzi di sollevamento sopra descritti, con le stesse modalità.

#### 2.2.1.2 Trasporto dei tubi

Sui mezzi di trasporto i tubi dovranno essere stivati nella quantità massima consentita dalla portata e dalla sagoma limite ammessa dalle vie di comunicazione da percorrere, con le limitazioni seguenti:

a. Per i tubi rivestiti da trasportare su automezzi per ferrovia, potrà essere impiegato un numero massimo di 4 calaggi per fila, al fine di limitare i danni al rivestimento o alla verniciatura.

b. I calaggi dovranno avere una larghezza di almeno 12 cm ed i cunei impiegati per fissare il carico, la stessa larghezza dei calaggi.

c. Il distanziamento di tubi rivestiti o verniciati da eventuali prolunghe di sponda o da corde, funi o catene, usate per assicurare il carico, dovrà essere esclusivamente realizzato con strisce di gomma dura o con listelli o tavolette di legno.

Tali distanziatori avranno uno spessore di almeno 10 mm e larghezza adeguata.

#### 2.2.1.3 Scarico dei tubi

Lo scarico dei tubi dovrà essere eseguito con le stesse modalità previste per il loro carico, fermo restando soprattutto il divieto di eseguirlo con corde o funi agganciate o legate intorno al rivestimento o alla verniciatura.

E' inoltre vietato lo scarico per caduta libera dal mezzo di trasporto.

Se i tubi hanno DN uguale o inferiore a 100 mm ne è permesso lo scarico a mano o per rotolamento su guide, purché queste non vengano fatte appoggiare sugli strati già formati e i tubi siano frenati, nella discesa, con attrezzi che non danneggino il metallo o il loro rivestimento o verniciature.

I tubi devono sempre essere adagiati sul terreno o sulla catasta e non fatti cadere o urtare contro di essi.



#### 2.2.1.4 Accatastamento tubi

L'area delle piazzole dovrà essere scelta possibilmente in posizione pianeggiante oppure dovrà essere spianata in modo da garantire la massima stabilità delle cataste.

L'area dovrà essere liberata da sassi o corpi estranei che possano danneggiare il rivestimento; inoltre, per allontanare il pericolo di incendio delle cataste, l'area delle piazzole e una fascia circostante di larghezza opportuna dovranno essere liberate da stoppie e da sterpi.

Premessa l'opportunità che l'altezza delle cataste sia la minima possibile, tale altezza, escluso lo spessore delle eventuali traversine non dovrà mai superare i due metri.

Non sarà ammissibile che i tubi subiscano urti durante le operazioni di sistemazione: sarà inoltre indispensabile che fra un tubo e l'altro di uno stesso strato resti uno spazio di qualche millimetro.

Nel caso si dovesse regolare l'allineamento di un tubo con un piccolo spostamento, sarà ammesso l'impiego di leve, purché lo sforzo sia applicato esclusivamente sulle testate non rivestite di esso e al di fuori del cianfrino.

##### a. Sistemazione del primo (o unico) strato di tubi

I tubi non potranno essere posti a contatto diretto con il terreno, neppure parzialmente, ma dovranno essere distanziati da esso mediante traversine in legno, muri e secco o argini di terra.

Quando la catasta sia stata collocata in terreno agricolo, il distanziamento dei tubi dal piano di campagna realizzato con traversine o con altri mezzi, dovrà essere di almeno 20 cm (all'atto di accatastamento).

La distanza tra tubi e piano di campagna potrà essere ridotta fino ad un minimo di 3 cm, se la superficie del terreno, esente da sassi e priva di vegetazione, risulti non cedevole o pavimentata.

Nel caso di sistemazione dei tubi su muretti, fra le superfici affacciate dovranno essere interposte strisce di gomma dura di almeno 5 mm di spessore, mentre se i tubi saranno sistemati su argini di terra sufficiente un distanziamento mediante fogli di polietilene, aventi uno spessore totale di 0,2 mm almeno.

La larghezza delle strisce e dei fogli dovrà essere sufficiente ad evitare il contatto diretto tra sostegni e tubo.

Le traversine usate per l'accatastamento dovranno essere di buona qualità ed esenti da scaglie, da asperità o da chiodi, che possano danneggiare il tubo, il suo rivestimento o verniciatura.

Nell'accatastamento di tubi con PN uguale o inferiore a 400 mm si dovranno prevedere tre soli punti di appoggio al terreno (al centro e alla due estremità dei tubi): negli altri casi gli appoggi dovranno essere posti in corrispondenza delle estremità dei tubi o, almeno in corrispondenza di una di esse e nelle immediate vicinanze dell'altra.

La larghezza delle traversine o di appoggi di qualsiasi altro tipo dovrà essere di almeno 12 cm; per impedire ogni movimento dei tubi, si potranno fissare sulle traversine dei conci aventi la stessa larghezza.

Non è invece ammesso l'impiego di altri dispositivi di bloccaggio.

##### b. Sistemazione, in catasta, degli strati successivi di tubi

Per la sistemazione dei tubi in catasta, negli strati successivi al primo, sono previste due soluzioni, la prima delle quali dovrà essere preferita per i tubi con DN superiore a 400 mm.

Adottando la suddetta prima soluzione i tubi dovranno essere appoggiati direttamente uno sull'altro; se però il rivestimento a base di bitume o di catrame, i diversi strati devono essere separati fra loro con un foglio di polietilene di almeno 0,1 mm di spessore.

Adottando invece la seconda soluzione, gli strati di tubi dovranno essere separati con traversine di legno aventi larghezza di almeno 12 cm e fissati con conci della stessa larghezza.

Nell'accatastamento di tubi con DN uguale o inferiore a 400 mm, dovranno essere previsti due punti di appoggio, posti a distanza di 2 - 3 m dalle loro estremità, mentre con tubi di DN superiore a 400 mm i punti di appoggio saranno disposti come prescritto per la sistemazione del primo strato di tubi.

Le traversine dovranno avere caratteristiche uguali a quelle sopra descritte e un'altezza minima di 5 cm.

Qualora, per l'asportazione dei tubi dalle cataste, fosse previsto l'impiego di carrelli elevatori o di mezzi di tipo analogo, le traversine utilizzate dovranno avere l'altezza minima di 10 cm.

#### 2.2.1.5. Sfilamento dei tubi

Lo sfilamento dei tubi rivestiti e verniciati di grande diametro dovrà essere eseguito caricandoli, con le precauzioni indicate per il carico dei tubi, su slitte o carrelli forniti di appoggi.

Ciascuno degli appoggi dovrà essere largo almeno 50 cm o essere fornito di un piano di lamiera o di tavole di legno prive di chiodi, scaglie o asperità e mantenuto sgombro di terra, fango o altri materiali estranei.

Gli appoggi dovranno avere la minima distanza possibile dal piano di campagna, i bordi dovranno essere privi di asperità e, se metallici, essere curvati verso il basso.

Potranno anche essere utilizzate particolari attrezzature fornite di larghe selle di appoggio, di caratteristiche analoghe agli appoggi sopra descritti.

Per i tubi rivestiti o verniciati di piccolo diametro, lo sfilamento potrà essere eseguito anche con altri dispositivi, che siano però tali da assicurare la buona conservazione del rivestimento.

Non ammesso trasportare i tubi facendoli strisciare sul terreno, anche parzialmente e/o per brevi tratti.

Il maneggio dai tubi rivestiti o verniciati nelle diverse fasi, dovrà essere eseguito con braghe agganciate alle loro testate o con fasce, di larghezza uguale o superiore al diametro del tubo stesso, avvolte sulla sua parte centrale.

Si consente che vengano usati anche mezzi di altro tipo, dopo aver accertato però che il loro impiego non provochi alcun danno al rivestimento o alla verniciatura.

E' assolutamente escluso l'impiego di corde o di funi legate intorno ai tubi, così pure lo scarico per la caduta libera dei mezzi di trasporto.

Per i tubi con diametro uguale o inferiore a 400 mm ammesso lo scarico dalle slitte o da dispositivi equivalenti, per rotolamento su guide, purché il tubo possa essere frenato nella discesa, senza l'impiego di funi.

Qualora lo sfilamento di tubi rivestiti o verniciati di qualsiasi diametro dovesse essere eseguito con carrelli elevatori o con mezzi di tipo equivalente, dovranno essere anche rispettate le prescrizioni per il carico e lo scarico dei tubi.

Se il terreno in superficie risulterà molto aggressivo e ricoperto prevalentemente da erbe, da stoppie, da ghiaietto, da sassi, di roccia o da asfalto o se, in ogni caso, esso presenterà costituzione tale da poter provocare corrosioni sui tubi o danni (sensibili e/o distribuiti su una superficie notevole) al loro rivestimento o alla verniciatura, le testate dei tubi sfilati dovranno essere fatte appoggiare su traversine o su sacchetti riempiti di terra o di paglia o di altro materiale equivalente.

Tali sostegni dovranno pertanto assicurare il distanziamento dal terreno dei tubi, per tutta la durata di questa fase.

Il distanziamento di cui sopra dovrà essere assicurato, per tubi o per colonne di tubi, qualunque sia la natura del terreno in superficie, sia nella fase di sfilamento che in quelle successive, nei seguenti casi:

- a. rivestimento pesante o rinforzato a base di bitume o di catrame, se l'intervallo previsto tra sfilamento e posa sarà notevole e se, contemporaneamente, la temperatura ambiente risulterà superiore a 25 °C
- b. rivestimento pesante a base di bitume o di catrame, da rinforzare a piè d'opera, qualunque risulterà la temperatura ambiente e il periodo di giacenza;
- c. rivestimento speciale con nastri sigillati oppure con vernici o rivestimenti, su cui si dovrà applicare a mano, successivamente, un rivestimento supplementare, qualunque poi sia essere la temperatura ambiente e il periodo di giacenza.

Nessun distanziamento sarà invece necessario per tubi o colonne forniti in precedenza di rivestimento in gunita.

Non sarà ammesso procedere all'allineamento dei tubi posati direttamente sul terreno, mediante leve; questo è consentito solo se essi saranno posati su sacchetti o traversine e se lo sforzo verrà applicato in corrispondenza delle testate, usando particolare attenzione per evitare danni ai cianfrini.

Nella fase di saldatura, i tubi con diametro uguale o inferiore al DN 150 potranno essere appoggiati direttamente sugli stocks di legno, mentre per i tubi con diametro superiore dovranno essere appoggiati su sacchetti pieni (di sabbia o di paglia) o su selle di grande dimensione.

L'altezza da terra dei tubi dovrà essere sufficiente a permettere la agevole fasciatura dei giunti saldati e dei tratti nudi e la individuazione e la riparazione dei difetti dall'isolamento.

I sostegni dovranno essere sempre mantenuti efficienti e potranno essere tolti solo all'atto della posa nello scavo, cui dovrà procedere immediatamente il controllo e la riparazione del rivestimento, come prescritto.

Si dovrà assolutamente evitare che sui tubi sfilati o sulle colonne di tubi, anche se coperti da uno strato di terra, vengano fatti transitare o appoggiare trattori, escavatori o altri mezzi pesanti e si dovrà curare che i suddetti non urtino contro i tubi o le colonne durante le diverse fasi di lavoro.

### 2.2.2. Conservazione di materiali non tubolari

L'Appaltatore provvederà, a sua cura e spese, al ricovero di tutti gli altri materiali in locali o baracche atte a preservarli dalle intemperie e dall'umidità.

In particolare i fusti o i recipienti contenenti vernici, primer, solventi, diluenti o materiali simili dovranno essere conservati perfettamente chiusi per evitare l'evaporazione del solvente e l'inquinamento con polvere o acqua.

Essi dovranno essere protetti dall'azione diretta dai raggi solari ed essere tenuti lontani da stufe, radiatori, o altre sorgenti di calore e/o da zone dove vengono impiegate fiamme libere.

La loro movimentazione dovrà essere eseguita con precauzione in modo da evitarne la rottura e lo scoppio.

I fusti contenenti bitume, catrame, resine e materiali isolanti dovranno essere manipolati in modo tale da non provocarne la rottura; essi dovranno essere conservati in posizione verticale e, se privi di coperchio, la loro estremità aperta dovrà essere tenuta rivolta verso l'alto.

I nastri di qualsiasi tipo dovranno essere conservati nei loro imballaggi originali, essere protetti dai raggi solari e dalla polvere ed essere tenuti sollevati da terra e lontani da stufe, radiatori o altre sorgenti di calore e/o da zone dove vengono impiegate fiamme libere.

I rotoli di velo o di tessuto o di nastro di vetro e quelli di feltro di amianto dovranno essere inoltre conservati in ambiente chiuso e coperto e protetti dall'umidità.

In modo analogo dovranno essere conservati i rotoli di qualsiasi nastro, quando essi non siano imballati (rotoli liberi).

Nell'accatastamento dovrà essere evitato lo schiacciamento dei rotoli.

### 2.2.3. Pulizia interna dei tubi, verifica e preparazione delle testate

Prima dell'allineamento per la giunzione o per la saldatura, il tubo dovrà essere pulito internamente con scovoli atti a rimuovere eventuali materiali estranei che possano disturbare o danneggiare l'esercizio della rete.

La medesima operazione di pulizia, dovrà essere fatta sulle valvole ed altri pezzi speciali.

Al termine di ogni giornata di lavoro, le estremità della linea in costruzione, dovranno essere chiuse con un fondello metallico saldato o con un tappo di espansione.

Le testate dei tubi, dovranno essere perfettamente ripulite con spazzole metalliche e con eventuali solventi per eliminare ogni traccia di vernici, grassi, bave, terra, etc. in modo da evitare difetti nella esecuzione delle saldatura o delle giunzioni.

Per i tubi da saldare l'Appaltatore dovrà controllare, prima dell'accoppiamento, sulle testate:

- lo stato dei cianfrini ed eseguire eventuali aggiustaggi con lima o mola;
- l'assenza o la tollerabilità delle ovalizzazioni secondo i limiti stabiliti dalla D.L.

I difetti, che non potranno essere riparati a freddo, saranno eliminati tagliando la parte difettosa.

Tutti i tagli, che dovranno essere effettuati sui tubi in acciaio, saranno eseguiti secondo un piano normale all'asse del tubo.

I tubi non rispondenti alle specifiche od aventi difetti non riparabili, dovranno essere scartati.

### 2.2.4. Montaggio condotte in acciaio

#### 2.2.4.1. Allineamento e accoppiamento dei tubi

I tubi saldati longitudinalmente dovranno essere allineati con la saldatura longitudinale posta nella parte superiore della condotta.

All'atto dell'accoppiamento le saldature dovranno trovarsi sfalsate fra di loro con un angolo di almeno 15 gradi.

L'accoppiamento tra i tubi di diametro inferiore o uguale al DN 80 potrà essere eseguito mediante puntatura in cianfrino avendo l'accortezza di asportare i punti durante la prima passata.

L'accoppiamento tra i tubi di diametro superiore al DN 80 dovrà essere eseguita a mezzo di accoppiatore.

L'accoppiatore non dovrà essere rimosso prima di aver eseguito almeno il 50% dalla saldatura di prima passata, ripartita in tratti di lunghezza uniforme ed equidistanti fra di loro.

Le testate, nell'accoppiamento, dovranno essere, di norma, mantenute ad una distanza di 1,6 mm.

Per tubi dello stesso DN e dello stesso spessore, saranno tollerate ovalizzazioni delle testate, purché lo slivellamento conseguente sia inferiore a 1,6 mm.

Qualora la differenza tra lo spessore delle parti accoppiate risultasse inferiore a 2,38 mm, sarà ammessa la saldatura senza particolari accorgimenti purché con le passate iniziali di saldatura si raggiunga la penetrazione e la fusione completa.

Nel caso che tale differenza sia superiore a 2.38 mm, dovranno essere usati tronchetti di transazione.

Tali tronchetti, potranno essere ricavati al tornio da elementi di tubo di maggior spessore.

La loro lunghezza non potrà, in certi casi essere inferiore al diametro.

Eventuali tagli saranno eseguiti a freddo con appositi taglia tubi o a caldo o con fiamma ossiacetilenica.

Dopo il taglio a caldo, questo dovrà essere pulito accuratamente con mola ed in ogni caso dovrà essere fatta la cianfrinatura, ove necessaria.

#### 2.2.4.2. Saldatura delle tubazioni

Tutti i tubi saranno collegati fra di loro mediante giunzione per saldatura di testa, eseguita mediante saldatura elettrica ad arco.

I tubi di diametro esterno fino a DN 100 e costituenti reti di B.P. ai M.P.A. potranno essere collegati con saldatura elettrica ad arco o ossiacetilenica.

Le caratteristiche degli elettrodi e del ferro da saldare impiegati e forniti dall'Appaltatore, dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

A giudizio della Direzione Lavori, verranno scartati gli elettrodi che presentino segni di deterioramento del rivestimento per umidità o abrasioni.

Le saldature elettriche dovranno essere fatte a riprese successive e precisamente con non meno di due passate per spessori fino a 4 mm e con non meno di tre passate per spessori oltre i 4 mm.

La seconda passata dovrà essere eseguita subito dopo la prima (in ogni caso senza lasciare raffreddare il giunto al di sotto di 50°C ); mentre sia questa che le successive passate saranno eseguite previa accurata asportazione delle scorie a mezzo spazzole, mole o scalpello.

La saldatura dei tubi di protezione potrà essere effettuata anche con una sola passata.  
E' fatto divieto di effettuare saldature elettriche a temperatura ambiente inferiore a 0°C.  
In caso di cattivo tempo, l'esecuzione della saldatura dovrà essere protetta dalla pioggia o dal vento, a cura dell'Appaltatore; nessuna saldatura dovrà essere eseguita a tubo umido, a meno che i giunti da saldare non vengano preriscaldati fino ad evaporazione dall'umidità.  
La saldatura ossiacetilenica sarà eseguita in 2 passate.  
Il diametro del filo di apporto non sarà mai superiore allo spessore della tubazione da saldare.  
I cambiamenti di direzione e le diramazioni di linea si otterranno inserendo pezzi speciali.  
Non sono ammessi schiacciamenti o grinze; la variazione del diametro per effetto della ovalizzazione non dovrà essere superiore a 1/20.

#### 2.2.4.3. Qualifica dei saldatori

Potranno effettuare giunzioni saldate solo i saldatori qualificati dalla D.L. a spesa dell'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori.

Inoltre potranno essere accettati, a discrezione della Direzione Lavori, anche qualifiche rilasciate da altri Enti all'uopo predisposti.

Qualora, durante l'esecuzione dei lavori, Autorità od Enti richiedessero qualifiche diverse da quelle in possesso dei saldatori, l'Appaltatore sarà obbligato ad adeguarsi a proprie spese.

#### 2.2.4.4. Identificazione della saldatura

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore consegnerà alla Direzione Lavori, l'elenco nominativo dei saldatori già qualificati che verranno impiegati.

E' fatto espresso divieto di immettere nel cantiere saldatori senza preventivo benestare della Direzione Lavori.

Le saldature effettuate da saldatori non espressamente accettati, dovranno essere eliminate.

#### 2.2.4.5. Verifica delle saldature

Sarà effettuata mediante controlli non distruttivi (radiografie).

L'esame radiografico potrà riguardare, di massima, tutti i tipi di tubazioni di acciaio indipendentemente dalla pressione di alimentazione prevista.

Saranno in particolare verificate:

- a. le saldature di collegamento escluse dal precollaudo o dal collaudo idraulico;
- b. le saldature degli attraversamenti fluviali sub-alveo, ferroviari, di strade statali e in genere quelle chiuse entro guaina e cunicoli;
- c. tutte le altre saldature di particolare importanza, a discrezione della Direzione Lavori, purché lo stesso esame non comporti sostanziali rallentamenti od oneri superiori a quelli descritti nel presente Capitolato Speciale d'Appalto.  
La Direzione Lavori potrà prelevare campioni di saldatura, da sottoporre a prove nella misura di 1 campione per ogni 500 m di tubazione saldata. Qualora le saldature risultassero difettosa, la Direzione Lavori potrà richiedere la ripetizione della prova su un secondo campione eseguito dagli stessi operatori e, se anche questo risultasse difettoso, potrà eventualmente richiedere la immediata sostituzione dei saldatori che hanno eseguito il lavoro.  
Le saldature difettose eseguite dagli operai di cui sopra, dovranno essere rifatte a cura dell'Appaltatore.

Tutte le spese per le prove di cui sopra sulle giunzioni, saranno a carico esclusivamente dell'Appaltatore.

#### 2.2.4.6. Rivestimento di tratti nudi, riparazioni e rinforzi eseguiti in cantiere

In cantiere dovranno essere eseguiti:

- a. il rivestimento di curve, di giunti saldati e di singoli tubi o di brevi colonne di tubo, con superfici grezze o verniciate;
- b. il rivestimento di giunti dielettrici a bicchiere, di accoppiamenti flangiati, di valvole, di sifoni e simili, con superfici verniciate;
- c. il rivestimento di tratti da posare con scavi a cielo aperto, appartenenti a tubi di protezione, spurghi, sfiati e tubi portacavi metallici, grezzi o verniciati;
- d. il rinforzo di rivestimenti esistenti di tipo pesante, da posare dove prescritto l'impiego di un rivestimento di tipo rinforzato.

Per il rivestimento dei tubi e delle apparecchiature di linea suddetti, dovranno essere impiegati, di regola, rivestimenti applicabili a freddo; per il rinforzo e le riparazioni di rivestimenti esistenti potranno essere usati, in alternativa, materiali che, per poter essere applicati, debbono essere riscaldati e rammolliti con fiamme.

Tutti i materiali usati per riparazioni e rinforzi dovranno essere compatibili con i rivestimenti da riparare o da rinforzare. Si potranno inoltre applicare cicli di rivestimento a base di materiali portati a fusione come bitume o catrame.

Quando si dovranno eseguire le operazioni di rivestimento manuale in seguito descritte, su condotte in opera, la larghezza e la profondità dello scavo dovranno essere tali da permettere un'agevole effettuazione dei lavori.

Lo scavo, che contenga acqua, dovrà essere prosciugato e mantenuto in tali condizioni per tutta la durata delle operazioni.

In nessun caso l'applicazione di un rivestimento potrà essere eseguita su superfici nude, o rivestite o verniciate, che siano bagnate o molto umide; in caso di precipitazioni atmosferiche o quando l'umidità relativa all'ambiente sia prossima al 100% le operazioni di rivestimento dovranno essere sospese.

Normalmente nelle fasciature si dovrà seguire il seguente procedimento:

- a. pulire accuratamente la superficie del tubo scoperto e l'eventuale cordone di saldature con spazzole metalliche, avendo cura di estendere la pulitura da entrambi i lati per almeno 15 cm;
- b. ricoprire tutta la superficie così pulita con vernice bituminosa.  
L'operazione non dovrà essere eseguita su tubo bagnato e/o su giunti saldati ancora caldi e comunque si dovrà evitare che il tubo verniciato venga a contatto con il terreno o comunque sporcato;
- c. fasciare le parti così verniciate dopo l'essiccazione con strisce successive di VTROFLEX imbevuto di bitume fuso fino ad ottenere uno spessore non inferiore a quello del rivestimento originario del tubo.  
Durante il riscaldamento la temperatura del bitume non dovrà superare la temperatura di 160° C.

Alla Direzione Lavori è riservata la facoltà di prescrivere, altri tipi di fasciature, come quella eseguita con prodotti a freddo, quando si impieghino tubazioni con rivestimento plastico.

Il controllo della continuità e dell'aderenza del rivestimento dovrà essere eseguito a cura e spese dell'Appaltatore mediante scintilloscopio.

Le tubazioni dovranno risultare isolate ad una scarica di almeno 10 KV durante la posa in opera.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di accertare a campione, con proprio apparecchio, il grado di efficienza dall'isolamento.

#### 2.2.4.7. Posa in opera tubazioni

Dopo la verifica del rivestimento, si procederà alla posa delle tubazioni sul fondo dello scavo.

Il lavoro dovrà essere effettuato con sufficienti ed idonei mezzi d'opera, onde evitare deformazioni plastiche della tubazione e guasti al rivestimento.

Non si procederà alla posa se il fondo dello scavo non sarà perfettamente pulito.

Si dovrà evitare che i tronchi di tubazioni urtino o striscino sul terreno e contro le pareti dello scavo.

Nel sollevamento del tubo, si dovranno adottare i necessari accorgimenti, affinché la colonna non subisca urti né strisci sul terreno o sulle pareti dello scavo durante le posa.

Non è assolutamente ammesso far cadere la tubazione sul fondo dallo scavo con l'impiego di leve o per spinta.

La condotta deve essere posata alla profondità normale, compatibilmente con:

- a. eventuali diverse specifiche disposizioni;
- b. la presenza di eventuali ostacoli nel sottosuolo.

Qualora non sia possibile mantenere la profondità di posa minima (ad esempio per sovrappasso di un ostacolo) sarà necessario proteggere, in alternativa, la condotta con tubo guaina in acciaio (eventualmente inglobato in trave di c.a.) oppure con piastra in c.a.

In vicinanza di altri servizi del sottosuolo, si inseriranno idonei spessori isolanti o guaine, secondo le istruzioni della Direzione Lavori.

#### 2.2.5. Attraversamenti, incroci e parallelismi

Negli attraversamenti e/o parallelismi di strada, intercapedini e altri servizi, la Direzione Lavori potrà ordinare che la tubazione sia protetta con tubi metallici o di p.v.c. di opportuno diametro.

La tubazione sarà centrata nei tubi di protezione con distanziatori isolanti (plastica), nella quantità e misura fissati dal progetto o dalle specifiche costruttive, in modo da garantire che non possano verificarsi contatti tra la tubazione e il tubo di protezione.

Qualora la Direzione Lavori ne ravvisi la necessità, le estremità del tubo di protezione verranno chiuse con coni in neoprene tipo WILLIAMSON.

Sulle estremità del tubo di protezione si praticheranno due fori nell'intercapedine, uno lungo la generatrice inferiore, nella parte più bassa dell'attraversamento, uno lungo quella superiore e si salderanno ad essi due tubi di sfianto, che saranno portati fuori terra. Ad essi si salderanno apparecchi rompifiamme.

Il tubo di protezione e il tubo portante, dovranno essere perfettamente isolati elettricamente fra di loro.

Prima della posa di tronchi di tubazione per gli attraversamenti sub-alveo dei corsi d'acqua di particolare importanza, dovrà essere eseguito un collaudo idraulico alla pressione di prova, dichiarata dal fornitore.

Nel caso in cui la tubazione dovesse essere collocata lungo il fianco di ponti o libera e cielo aperto, si poseranno i tubi nel modo e nella procedura stabiliti dal progetto.

#### 2.2.6. Montaggio di apparecchiatura di linea e costruzione di pezzi speciali

Le apparecchiature di linea (valvole, giunti dielettrici, sifoni, pezzi speciali, etc.) verranno inserite con flange, giunti o saldata direttamente alle tubazioni e potranno essere poste in camerette ispezionabili secondo progetto.

Sulle condotte di M.P.B. ed A.P. salvo contrarie esplicite disposizioni della Direzione Lavori i pezzi speciali (giunti dielettrici, valvole e tee) dovranno essere inseriti dopo il collaudo in opera delle stesse.

Il montaggio delle apparecchiature di linea dovrà essere fatto con particolare cura; in modo speciale occorrerà garantirsi della perfetta coassialità e del giusto accoppiamento delle superfici di contatto.

Nel caso in cui l'apparecchiatura di linea venga posata in cameretta ispezionabile, le saldature o giunzioni di collegamento dovranno cadere all'interno della cameretta stessa.

Ultimato il montaggio le apparecchiature verranno protette con vernice.

#### 2.2.7. Fornitura e montaggio di apparecchiature in cabine e camerette

Nelle cabine o nelle camerette interrate l'Appaltatore dovrà fornire e montare le apparecchiature per decompressione, misura e regolazione quali i riduttori, le valvole, le saracinesche, le guardie idrauliche, gli odorizzatori, i preriscaldatori, le caldaie, i quadri degli apparecchi di controllo, i misuratori, come previsto dai disegni, dalle Specifiche di fornitura e collaudo.

L'Appaltatore dovrà provvedere anche alla costruzione dagli accessori metallici e la carpenteria unitamente all'esecuzione delle opere murarie per il fissaggio di zanche, lungo le pareti a sostegno delle apparecchiature, come pura la foratura ed il ripristino dei muri, a tenuta d'acqua, per il passaggio di tubazione e la formazione dei basamenti in calcestruzzo e mattoni per le apparecchiature.

#### **NORME DI ACCETTAZIONE DEI TUBI E PEZZI SPECIALI**

La Direzione Lavori accetterà i materiali proposti dall'Impresa aggiudicatrice dei lavori esclusivamente per iscritto, dopo aver provveduto ad accertarne la loro idoneità a realizzare l'impianto previsto in progetto.

L'Impresa, prima di far giungere i materiali in cantiere, dovrà presentare una campionatura dei tubi e dei pezzi speciali che intende porre in opera, nonché idonea documentazione tecnica, dalla quale risulti la rispondenza dei materiali proposti alle normative vigenti ed alle prescrizioni del presente capitolato.

Le singole partite delle forniture dovranno essere accompagnate da certificazione della ditta costruttrice dei tubi, pezzi speciali, etc. attestante che per i materiali oggetto della fornitura sono state eseguite le prove previste dalla vigente normativa UNI.

In ogni caso la Direzione Lavori si riserva, durante tutto il corso dei lavori, la facoltà di effettuare controlli negli stabilimenti di produzione sulla rispondenza alle normative vigenti, alle prescrizioni del presente capitolato Speciale ed ai termini contrattuali, eseguire o far eseguire da Istituti specializzati di loro fiducia, analisi e controlli dai materiali proposti o di quelli già eventualmente forniti su campioni scelti per quantità e tipo a loro insindacabile giudizio.

### **2.3. OPERE MURARIE ED ACCESSORIE**

All'Appaltatore spetta la costruzione di opere murarie per la cabina principale di riduzione e misura ed accessori quali pozzetti, camerette, cunicoli, gabbioni, rivestimenti, verniciature, etc. necessarie per contenere e/o proteggere apparecchiatura, pezzi speciali, tubazioni, etc.

#### 2.3.1. Demolizioni e ripristino fogne, fognoli, scarichi

La Committente potrà richiedere la demolizione ed il ripristino di fognoli, fogne, scarichi in tubo di cemento o in cemento armato, in grès o in P.V.C. interessanti la sezione degli scavi.

### 2.3.2. Pozzetti, camerette e cabine

Tali opere, da eseguire conformemente alle tabelle fornite dalla Direzione Lavori, comprendono, in linea di massima, la formazione di murature perimetrali in mattoni o in calcestruzzo, di solette gettate in opera o prefabbricate in c.a. per la copertura delle camerette e delle cabine, la posa di chiusini ed ogni altra opera complementare quale dispositivi di areazione, scalette, impermeabilizzazioni tetti, serramenti, cordoli, gronde, pluviali, etc.

### 2.3.3. Cunicoli di protezione

I cunicoli di protezione saranno eseguiti secondo i disegni, e le modalità stabilite dalla Direzione Lavori.

Opportuni sfiati saranno collegati alle estremità delle tratte delimitate da setti di separazione.

In casi particolari, potrà essere richiesta la costruzione di cunicoli anche in elementi prefabbricati.

Durante l'esecuzione dei cunicoli, l'Appaltatore dovrà mettere in atto tutti quegli accorgimenti e controlli, che saranno necessari, per evitare danni all'isolamento della tubazione.

### 2.3.4. Opere di drenaggio per il gas

Tali opere saranno eseguite riempiendo parzialmente o totalmente lo scavo con materiali inerti di adatta granulometria, secondo le indicazioni del progetto.

Le opere di drenaggio saranno completate con setti impermeabili e con opportuni sfiati.

### 2.3.5. Calcestruzzi

Il calcestruzzo, per qualsiasi lavoro, sia armato che non armato dovrà rispondere ai requisiti di cui alla Legge 05.11.1971 n. 1086 e al relativo Decreto Ministeriale vigente alla data di esecuzione delle opere.

La progettazione esecutiva delle opere ricadente nella Legge di cui sopra, le prescritte prove sui materiali e relative operazioni di collaudo saranno a carico dell'Appaltatore.

### 2.3.6. Infissione di pali

Saranno usati per fondazione e sostegno della tubazione qualora il terreno non sia sufficientemente costipato.

I pali, in legno o ferro, dovranno essere infissi con apposito battipalo, fino a rifiuto, nel numero e diametro espressamente richiesto dalla Direzione Tecnica.

### 2.3.7. Posa di cavo per protezione elettrica

L'Appaltatore, dovrà curare che, durante la posa, il cavo non subisca sollecitazioni o deformazioni tali da comprometterne l'integrità.

Per evitare i danni che potrebbero derivare dall'assestamento del terreno, il cavo stesso dovrà essere adagiato nello scavo, con andamento leggermente sinuoso.

Per gli attraversamenti aerei e in sottopasso, di strade, ferrotramvie, canali, fiumi e dovunque particolari esigenze lo richiedano, il cavo sarà inserito entro una propria tubazione di protezione, secondo i disegni di progetto e le disposizioni dalla Direzione Lavori.

### 2.3.8. Protezione esterna delle tubazioni, tubi di protezione e apparecchiature metalliche fuori terra

Le superfici esterne di tubazioni o tubi di protezione metallici non interrati o posti in gallerie o in cunicolo ispezionabile, delle apparecchiature fuori terra e dei sostegni metallici di qualsiasi tipo, non protette con altri procedimenti (ad es. vernice epodissica, zincatura, etc.) dovranno essere trattate con idoneo ciclo di verniciatura.

Non sarà consentito l'impiego dei rivestimenti utilizzati per tubazioni interrate, che potrebbero anche divenire causa di corrosioni e che, in genere, vengono rapidamente distrutti o degradati dall'azione dal sole, delle condense e dalle precipitazioni atmosferiche.

#### a. Preparazione delle superfici

Le superfici metalliche dovranno, per prima cosa, essere esaminate, al fine di accertare l'assenza di depositi di oli e di grassi o di residui di precedenti rivestimenti; queste sostanze, se presenti, dovranno essere asportate mediante lavaggio con adatti solventi o con detersivi.

Dopo un lavaggio con detersivo, la superficie dovrà essere sciacquata con acqua pulita ed asciugata.

Le superfici ossidate e/o inquinate con terre o fango, dovranno essere pulite mediante sabbatura o spazzolatura meccanica (spazzole a tazze rotanti) o manuale ed essere poi spolverate.

#### b. Applicazione di vernice antiruggine

Sulla superficie preparata, come detto al punto precedente, vanno applicati due strati di vernice antiruggine di almeno 30 micron di spessore ciascuno.

Il primo strato verrà applicato a pennello, subito dopo la preparazione della superficie, curando che l'intervallo di tempo tra la preparazione e la verniciatura sia il minimo possibile e mai superiore a 4 ore, per evitare che inizino nuovi fenomeni di ossidazione.

Tale applicazione potrà essere effettuata fuori opera, a cura del cantiere o del fornitore del materiale.

In questo caso in posa in opera dovrà essere eseguita almeno 48 ore dopo il trattamento.

Il secondo strato verrà applicato sempre dopo la posa in opera o comunque dopo l'essiccazione del primo strato cioè dopo 24 - 48 ore a seconda del tipo di vernice.

c. Applicazione della vernice di finitura

Ad essiccazione avvenuta dell'antiruggine verrà applicato uno strato di vernice di finitura dello spessore di almeno 25 - 30 micron.

Un secondo caso di vernice di finitura verrà applicato solo se ritenuto necessario per particolari situazioni contingenti.

d. Ripristini e ritocchi

Per ritocchi o ripristini di limitate entità sarà sufficiente la eliminazione con solventi dei depositi di oli o grassi, seguita da una pulizia manuale con spazzole, raschietti, tela smeriglio, etc. e dall'applicazione degli strati di vernice antiruggine e di finitura, nel numero e nel tipo di quelli preesistenti.

Nel caso di ripristini di notevole estensione o di verniciatura, vanno asportati con cura i residui della vernice preesistente ed eseguita una nuova verniciatura seguendo il ciclo completo di operazioni indicato ai punti precedenti.

## 2.4. RINTERRO

Per "rinterro" si intende il totale riempimento, con materiale adatto, di uno scavo contenente una condotta anche eseguito in più strati e con materiali diversi per ciascun strato.

Si deve evitare, nel rinterro, che sassi, ciottoli e zolle dure vadano in contatto diretto con il rivestimento della condotta e, soprattutto, che il materiale di riempimento venga fatto cadere con violenza sulle strutture suddette.

Nessun rinterro potrà essere eseguito senza il consenso della Direzione Lavori; in caso contrario l'Appaltatore potrà essere obbligato a rimettere in luce la tubazione interrata a sua cura e spese.

I rinterri seguiranno immediatamente le operazioni di posa della tubazione nello scavo.

Il primo strato di rinterro dovrà effettuarsi fino ad una altezza di circa 15 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo con l'impiego di sabbia previa comunque la realizzazione di letto di posa in sabbia.

Il completamento del rinterro avverrà con normale terra di risulta o con materiali aridi anch'essi di idonea granulometria da costiparsi con adatti mezzi d'opera prescritti in progetto.

Il materiale proveniente dagli scavi, verrà sostituito con materiale arido, ogni qualvolta, a giudizio delle Direzione Lavori non risultasse idoneo a tale scopo.

L'Appaltatore dovrà sempre garantire la viabilità e la sicurezza della sede stradale.

Negli attraversamenti stradali oppure ogni volta che sia richiesto dalla Direzione Lavori, il completamento del rinterro sarà effettuato con materiale inerte ben costipato.

Negli attraversamenti di fiumi, torrenti o corsi d'acqua in genere, il ripristino degli argini verrà eseguito costipando a strati non superiori a 30 cm la terra sino a ripristinare le sagome primitive.

L'Appaltatore dovrà curare la manutenzione continua dei rinterri in modo da mantenere il piano viabile perfettamente piano senza avvallamenti o convessità fino al ripristino della pavimentazione.

## 2.5. PROVE DI TENUTA

Le prove di tenuta verranno eseguite a cura e a spese dall'Appaltatore su reti in corso di costruzione.

Tutte le apparecchiature di controllo necessarie per le prove (manometri, termometri, manotermografi, barometri, etc.) i compressori d'aria e quant'altro occorrente per l'esecuzione delle prove stesse, dovranno essere forniti a cura e spesa dell'Appaltatore.

La Committente si riserva di far montare eventuali apparecchi, a controllo di quelli forniti dall'Appaltatore, qualora, a seguito delle prove di tenuta, si dovesse constatare l'esistenza di perdite, l'Appaltatore dovrà curare la loro ricerca, reperimento ed eliminazione.

Non è ammessa la ricerca delle perdite mediante immissione di odorizzanti nelle condotte gas.

La prova di tenuta dovrà essere quindi ripetuta, con le prescritte modalità.

Le spese affrontate per tale ricerca e la ripetizione delle prove di tenuta, saranno sostenute totalmente dall'Appaltatore.



### 2.5.1. Prove di tenuta di tubazioni in acciaio, ghisa, alimentate in Bassa pressione (B.P. fino a 0.04 bar) e in Media Pressione (M.P.A. da 0.4 fino a 0.5 bar)

#### 2.5.1.1. Prove di tenuta preliminare

(Questa operazione non fa parte integrante delle prove di tenuta, ma considerata un accorgimento tecnico che viene consigliato all'Appaltatore al fine di ridurre i tempi per una eventuale ricerca dei punti di fuga).

La prova verrà eseguita prima dell'interramento su una tratta di lunghezza pari alla produzione giornaliera e non superiore a 500 m.

La tubazione verrà portata alla pressione di 1 bar con aria, dopo che le due estremità siano state chiuse con apposite apparecchiature (tappi da espansione, teste di prova, calotte, etc.).

La verifica della tenuta verrà eseguita con acqua saponata passata sulle saldatura o sulle giunzioni.

#### 2.5.1.2. Prova di tenuta per tronchi (obbligatoria)

Il tronco interessato alla prova dovrà essere completamente interrato e completo di tutti i pezzi speciali.

I tronchi, di lunghezza stabilita dalla Direzione Tecnica e di norma non superiore a 1000 m, costituiti dalle tratte già interrate con inseriti i pezzi speciali e con scoperte le sole giunzioni effettuate entro lo scavo, dovranno essere sottoposti dall'Appaltatore a collaudo ad aria alla pressione di 1 bar per la durata di 48 ore, dopo 12 ore di assestamento.

La pressione deve venire misurata con un manometro indicatore e un manografo registratore tipo Bourdon, entrambi con fondo scala compreso tra 1.2 e 2 bar ed aventi una precisione di +/- 1% del fondo scala.

Il manometro dovrà avere il quadrante di diametro maggiore o uguale a 200 mm e le divisioni, secondo le norme UNI, con una sensibilità di 0.05 bar (intesa come differenza di pressione fra due divisioni contigue).

E' ammessa una caduta di pressione non superiore alla sensibilità dello strumento.

L'esito delle prove verrà verbalizzato.

#### 2.5.1.3. Prova di tenuta finale (obbligatoria)

L'operazione verrà eseguita prima della messa in pressione del gas e riguarda la totalità delle tubazioni posate, i cui vari tronchi, già provati, siano stati collegati.

Le prescrizioni delle prove e gli strumenti da impiegare dovranno essere i medesimi di cui al punto 2.5.1.2.

### 2.5.2. Prove di tenuta di tubazioni in acciaio, alimentate in Media pressione (M.P.B. da 0.4 fino a 0.5 bar) e in Alta pressione (A.P. superiore a 5 bar)

La prova di tenuta dovrà soddisfare le seguenti norme legislative:

- Norme Tecniche per gli attraversamenti e parallelismi di tubazioni e canali, convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto.

#### 2.5.2.1. Prova di tenuta per tronchi

##### a. Condizioni della tubazione

Il tronco dovrà essere di diametro costante e di norma completamente interrato, privo di organi di intercettazione, derivazioni di linee, tee speciali di presa per derivazioni di utenza.

Il tronco dovrà, di norma, iniziare e terminare dove sarà inserito uno dei pezzi speciali (saracinesche, derivazioni) al fine di ridurre al minimo le saldature non sottoposte a prova di tenuta.

La sua lunghezza massima deve essere comunque inferiore a 15 Km.

##### b. Prescrizioni di prova

La prova dovrà durare 48 ore e nessuna caduta apprezzabile di pressione sarà ammessa.

Per l'esecuzione delle prove l'Appaltatore dovrà usare la seguente strumentazione:

- manometro indicatore tipo Bourdon di fondo scala tale che il valore della pressione di prova cada tra il 25% e 75% dal valore del fondo scala; diametro del quadrante maggiore o uguale a 200 mm; precisione +/- 1% del valore di fondo scala;
- manografo registratore con equipaggio rivelatore tipo Bourdon, di fondo scala tale che il valore della pressione di prova cada tra il 25% e il 75% del valore di fondo scala; precisione +/- 1% fondo scala.

Alla fine della prova l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori il verbale di prova di tenuta e il diagramma registrato dell'andamento della pressione.

c. Modalità di esecuzione

Prima di iniziare la prova di tenuta, l'Appaltatore dovrà concordare i tempi di esecuzione con la Direzione Lavori. Il collegamento tra manografo registratore e tubazione dovrà essere diretto e senza interposizione di organi di intercettazione che non siano sigillati dalla Direzione Lavori in posizione di apertura.

Prima di iniziare la prova si controllerà l'azzeramento dello strumento registratore e, sulla carta diagrammabile, si segnerà la data, l'ora d'inizio nonché la firma del Direttore dei Lavori responsabile della prova.

Lo strumento dovrà rimanere chiuso e sigillato, a cura della Direzione Lavori, per tutta la durata della prova.

Dopo ogni operazione di aggiustamento della pressione la prova sarà prolungata di 48 ore.

Terminata la prova, la pressione dovrà essere scaricata.

Sul diagramma dovrà risultare il tratto discendente e dovrà essere segnata la data e l'ora della fine della prova.

Terminata la prova con esito positivo, si dovrà redigere il verbale di collaudo, che dovrà contenere tutte le indicazioni necessarie per individuare il tratto di tubazione (località, diametro, lunghezza, eventuali riferimenti topografici, etc.) e i dati relativi alla prova (data e ora di inizio e di fine, pressione iniziale e finale, dati relativi agli strumenti indicatori e registratori utilizzati e alla documentazione allegata, esito della prova).

Il verbale dovrà essere firmato dai rappresentanti della Committente e dell'Impresa che hanno assistito alla prova e comunque, dal Direttore dei Lavori.

Le stesse firme dovranno comparire sul diagramma registrato delle pressioni, allegato al verbale.

2.5.2.2. Prove di tenuta finale

a. Condizioni della tubazione

La tubazione dovrà essere completamente interrata, con le saracinesche, i pezzi speciali e le derivazioni inserite.

b. Prescrizione di prova

Si dovrà usare aria; la pressione di prova dovrà essere da 1.2 a 1.5 volte la pressione massima di esercizio (pressione di progetto).

Per pressione di esercizio superiore a 24 bar, la pressione di prova sarà uguale alla pressione massima di esercizio.

La prova dovrà durare almeno 48 ore dopo il periodo per la stabilizzazione della temperatura valutato convenzionalmente in 12 ore. E' ammessa una caduta di pressione inferiore alla sensibilità dello strumento (lo spostamento dell'indice deve essere contenuto tra due divisioni contigue).

Per l'esecuzione della prova, l'Appaltatore dovrà usare la seguente strumentazione:

- manometro indicatore tipo Bourdon, di fondo scala tale che il valore della pressione di prova cada tra il 25% e il 75% del valore di fondo scala; diametro del quadrante maggiore o uguale a 200 mm.; divisione del quadrante secondo la norme UNI; precisione +/- 1% a fondo scala;

- manografo registratore con equipaggio rilevatore tipo Bourdon, di fondo scala tale che il valore della pressione di prova cada tra il 25% e il 78% del valore di fondo scala; precisione +/- 1% a fondo scala.

Ovviamente i valori indicati di sensibilità e di precisione sono i minimi ammessi.

Al termine della prova di tenuta, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori il relativo verbale ed il diagramma registrato dell'andamento della pressione.

c. Modalità di esecuzione

Prima di iniziare la prova di tenuta, l'Appaltatore dovrà concordare i tempi di esecuzione con la Direzione Lavori.

Il collegamento tra manografo e registratore e tubazione dovrà essere diretto e senza interposizione di organi di intercettazione.

Prima di iniziare la prova, si dovrà controllare l'azzeramento dello strumento registratore e, sulla carta diagrammabile, si segnerà la data e l'ora di inizio della prova, nonché la firma del Direttore dei Lavori.

Lo strumento dovrà rimanere chiuso e sigillato dalla Direzione Lavori per tutta la durata della prova.

In caso di prova di lunga durata, se sarà necessario, occorrerà ricaricare il pennino e si dovrà verbalizzare la data e l'ora dall'operazione.

Lo strumento registratore verrà, di norma, inserito in un punto lontano da quello ove si pompa l'aria.

Sulla registrazione dovrà risultare il tratto in salita del diagramma.

Raggiunta la pressione di prova se ne prenderà nota e la si controllerà dopo 12 ore.

Nel caso che la pressione sia diminuita oltre il valore minimo ammesso di 1.2 volte quella di esercizio, la si riporterà al valore iniziale.

Terminata la prova con esito positivo, si dovrà redigere il verbale di collaudo, che dovrà essere conforme a quanto detto al punto 2.5.2.1.c.).

### 2.5.3. Varianti alle modalità di esecuzione delle prove di tenuta

Eventuali varianti alle modalità dalla prova di tenuta, se giustificate da eccezionali e particolari situazioni locali, potranno essere concesse e dovranno risultare da apposito accordo per iscritto tra l'Appaltatore e la Direzione Lavori, controfirmato dalle Parti.

### 2.6. PROVE DI ISOLAMENTO ELETTRICO

Nella costruzione della rete l'Appaltatore dovrà curare l'isolamento elettrico delle tubazioni in acciaio posate.

In particolare dovrà eseguire in corso d'opera:

- a. la corretta fasciatura delle giunzioni saldate;
- b. l'inserzione di materiale isolante negli eventuali incroci e vicini parallelismi, con altre strutture metalliche del sottosuolo;
- c. la verifica della continuità ed omogeneità del rivestimento isolante che al controllo di un analizzatore di rivestimento isolante, dovrà sopportare una tensione di almeno 10 KV;
- d. la verifica delle qualità dielettriche del giunto prima della sua posa in opera e della fasciatura.

Il misuratore di isolamento impiegato dovrà indicare un valore superiore a 4 megaohm.

L'accettazione delle opere sarà pure subordinata all'esito favorevole delle prove di isolamento verso terra dell'intera rete posata.

A queste prove, che saranno eseguite da personale della Committente o da altra Impresa specializzata, dovrà assistere il capo cantiere dell'Appaltatore.

In caso di esito negativo, gli interventi per individuare ed eliminare interferenze elettriche e/o danneggiamenti dei rivestimenti delle tubazioni ed i relativi ripristini, saranno a carico dell'Appaltatore stesso.

## **Capo Secondo**

# **NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

## **ART. 54** **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.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto ed in base a quanto prescritto dall'art. "Misurazione dei lavori" delle Norme Generali.

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, dalla quale saranno dedotte le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative (detrazioni) scaturite a seguito del Collaudo in corso d'opera.

A completamento avvenuto delle opere a corpo, risultante da apposito Verbale di constatazione redatto in contraddittorio con l'Appaltatore, la Direzione Lavori provvederà, con le modalità suddette, al pagamento del residuo, deducendo sempre 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. 55** **SCAVI - RILEVATI**

La misurazione degli scavi e dei rilevati verrà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate. All'atto della consegna dei lavori, l'Impresa eseguirà in contraddittorio con la Direzione dei Lavori, il controllo delle quote delle sezioni in trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse. In base a tali rilievi, ed a quelli da praticarsi in fase di lavorazione per le bonifiche secondo quanto sarà definito con precisione dalla D.L. ed a quelle da effettuarsi ad opere finite od a parti di esse, purchè finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà determinato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti per la sede stradale. Analogamente si procederà per le altre opere fuori della medesima sede. Resta inteso che, sia in trincea che in rilevato, la sagoma rossa delimitante le aree di scavo o di riporto è quella che segue il piano di banchina, il fondo cassonetto, sia della banchina di sosta che della carreggiata, e dell'eventuale spartitraffico, come risulta dalla sezione tipo.

Gli scavi in trincea per impianti e sottoservizi saranno contabilizzati preliminarmente in base ai volumi teorici indicati negli elaborati grafici inerenti i particolari esecutivi e contabili.

### **A) PREPARAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI**

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.

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 per rilevato rimane comunque a carico dell'Appaltatore perchè compensato con il prezzo di elenco. E' inoltre compensata con il prezzo la profilatura delle scarpate e dei cassonetti, anche in roccia, e l'eventuale esaurimento d'acqua.

## **B) PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE IN TRINCEA**

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.

## **C) SCAVI DI SBANCAMENTO E DI FONDAZIONE**

Tutti i materiali provenienti dagli scavi rimangono di proprietà dell'Appaltatore il quale, 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.

Sono inoltre compensati con il prezzo di elenco anche gli scavi in roccia di qualunque entità o percentuale nei confronti dello scavo in genere.

Gli scavi di fondazione verranno compensati a corpo per alcune voci e per altre a misura, e rimarranno a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri, qualora necessari, connessi con il lavoro di scavo (scavo a campioni, puntellature, sbatacchiare o, anche, armatura completa delle pareti di scavo, anche con la perdita del materiale impiegato).

Gli scavi di fondazione saranno computati a corpo in alcuni casi, a misura per altri e particolarmente 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, né 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.

Il prezzo relativo agli scavi in genere, da eseguirsi con le modalità prescritte dall'art."Movimenti di terre" comprende tra gli oneri particolari:

\* il taglio delle piante, l'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc... ed il loro trasporto indicate a rifiuto, lo scavo, il trasporto e lo scarico dei materiali a rifiuto, a reimpiego o a deposito a qualsiasi distanza; la perfetta profilatura delle scarpate e dei cassonetti anche in roccia; gli esaurimenti d'acqua negli scavi anche di bonifica e gli eventuali oneri di discarica o smaltimento di sopradetti materiali, oltre ad ogni altro onere già precisato.

Sono a carico esclusivamente della ditta appaltatrice gli oneri per gli scavi eseguiti in presenza d'acqua di falda e corrente, compresi tutti gli eventuali oneri inerenti l'aggettamento di tali acque (pompe, well-point, dreni orizzontali e quant'altro).

Nel presente magistero sono pure compensati la preventiva ricerca ed individuazione dei servizi tecnologici sotterranei esistenti, onde evitare anche infortuni e danni in genere, incluse le opere di rimozione e/o protezione.

Si intendono compensati dai prezzi di elenco tutti gli oneri previsti dalle relative voci di Elenco Prezzi, gli oneri e le lavorazioni previste dal presente capitolato. Si intendono compensati dai prezzi di elenco, tutti gli ulteriori oneri previsti dalle relative voci di elenco prezzi, gli oneri e le lavorazioni previste dal presente capitolato.

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 a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti. Come già detto all'art."Movimenti di terre", l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente (per campioni) la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e murarie, poichè gli oneri relativi sono da intendersi compensati con i prezzi contrattuali.

Per tutte le lavorazioni successivamente descritte, e' già' ricompreso nel prezzo ogni maggior onere derivante dall'operare in spazi delimitati da recinzioni di qualsiasi tipo e da ogni altro manufatto presente, con l'applicazione di ogni accorgimento ed opera idonei alla salvaguardia dei manufatti medesimi secondo le disposizioni della D.L. affinché non sia arrecato alcun danno; e l'onere di attivare tutte le opere temporanee per garantire l'accessibilità ai residenti e/o di lavorare per tronchi parziali, secondo le indicazioni della D.L.

Nessun compenso spetterà all'Impresa per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato in dette armature e sbadacchiature, e così pure se le condizioni locali richiedessero che gli scavi, anche di sbancamento, siano da eseguirsi "a campione".

Nel caso degli scavi in terra, solo i trovanti rocciosi o fondazioni di murature aventi singolo volume superiore a m<sup>3</sup> 10, se rotti verranno compensati con i relativi prezzi d'Elenco ed il loro volume sarà detratto da quello degli scavi in terra.

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 verrà applicato il relativo prezzo.

Nel prezzo degli scavi di fondazione è sempre compreso l'onere del riempimento dei vuoti attorno alla muratura. Nel caso di scavi per trincee di tubazioni interrato, fognature, etc., lo scavo sarà contabilizzato solo ed esclusivamente sui volumi teorici deducibili dalle sezioni tipo indicate nei particolari di progetto.

Il trasporto a rilevato, compreso qualsiasi rimaneggiamento delle materie provenienti dagli scavi, è 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.

Tutte le materie di scavo che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati, ad insindacabile giudizio della D.L., sono posti a carico dell'Impresa, con tutti gli oneri compresi nelle relative voci di elenco prezzi per la messa a rifiuto, con tutti gli oneri compresi, dovranno essere caricate e trasportate a rifiuto fuori della sede dei lavori, a qualsiasi debita distanza e sistemate convenientemente anche con spianamento e livellazione a campagna su aree dell'Impresa, restando a carico dell'Impresa ogni spesa conseguente, ivi compresa ogni eventuale indennità per occupazione delle aree di deposito o eventualmente in discariche autorizzate compreso lo scarico ed ogni tassa, lavorazione, autorizzazione ed onere di cessione e qualsiasi altro onere. Per i materiali non ritenuti idonei dalla D.L. per la formazione di rilevati, dovranno essere redatti i relativi verbali di accertamento al fine di determinare la quantità che entrerà a far parte del computo del volume di materiali di cui al successivo punto E).

#### **D) RILEVATI**

In alcuni casi il prezzo dei rilevati è stato valutato a corpo. Il prezzo comprende ogni onere per la formazione dei rilevati, sia che i materiali provengano dagli scavi che dalle cave di prestito 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, ovvero sia necessaria una distanza maggiore nulla sarà detratto od aggiunto al compenso a corpo.

Le quantità di scavo di sbancamento, di sistemazione in rilevato ovvero di fornitura dei materiali da cava di prestito 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 a corpo 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.

In altri casi il prezzo dei rilevati è stato valutato a misura.

L'area delle sezioni in rilevato o a riempimento o in bonifica verrà computata rispetto al piano di campagna senza tener conto dei cedimenti subiti dal terreno stesso per effetto del compattamento meccanico o per naturale assestamento; nè della riduzione di volume che il materiale riportato subirà, rispetto al volume che occupava nel sito di scavo oppure allo stato sciolto, a seguito del compattamento meccanico.

Qualora l'Impresa superasse le sagome fissate dalla Direzione dei Lavori, il maggior rilevato non verrà contabilizzato, e l'Impresa, se ordinato dalla Direzione dei Lavori, rimuoverà, a sua cura e spese, i volumi di terra riportati o depositati in più, provvedendo nel contempo a quanto necessario per evitare menomazioni alla stabilità dei rilevati accettati dalla Direzione dei Lavori.

I prezzi relativi ai rilevati saranno applicati anche per la formazione degli arginelli in terra. L'onere della riduzione dei materiali provenienti da scavi di sbancamento o di fondazione in roccia o da scavi in galleria, onde ottenere la pezzatura prevista dall'art. "Movimenti di terre" per il loro reimpiego a rilevato, è compreso e compensato con i prezzi relativi allo scavo di sbancamento, allo scavo di fondazione in roccia da mina ed allo scavo in galleria.

Qualora l'Impresa, per ragioni di propria convenienza, non ritenesse opportuno procedere alla riduzione di tali materiali, previo ordine scritto della Direzione dei Lavori potrà portare a rifiuto i materiali rocciosi e sostituirli con un uguale volume di materiali provenienti da cave di prestito appartenenti al gruppo A1 (classifica C.N.R.-U.N.I. 10006) i quali ultimi, però, verranno contabilizzati come materiali provenienti dagli scavi.

Nel caso di riempimento di scavi in trincea in genere questo verrà corrisposto solo ed esclusivament in base al volume residuo di scavo così come indicato nelle sezioni tipo di progetto utilizzando materiale residuo del precedente scavo.

#### **E) RILEVATI CON MATERIALI PROVENIENTI DA CAVE DI PRESTITO**

Il volume V di materiali provenienti da cava di prestito sarà dedotto convenzionalmente in base al seguente conteggio:

$$V = V_r - V_s + V_{mu}$$

dove:

$V_r$  = volume totale dei rilevati e dei riempimenti (compresi quelli occorrenti per il piano di posa dei rilevati e delle trincee) per l'intera lunghezza del lotto;

$V_s$  = volume degli scavi di sbancamento, di fondazione ed in galleria, per le quantità ritenute utilizzabili dalla D.L. per il reimpiego in rilevato od in riempimento;

$V_{mu}$  = volume dei materiali (pietrame, misti granulari, detriti di cava, sabbia, ecc..) utilizzati per altri lavori, come detto al paragrafo C), I° capoverso.

Soltanto al volume  $V$  così ricavato sarà applicato il prezzo relativo alla fornitura di materiali idonei provenienti da cave di prestito per la formazione dei rilevati.

La stessa norma verrà applicata anche se il lotto fosse inframmezzato di lunghi viadotti e gallerie.

Qualora l'Impresa, per la formazione dei rilevati, ritenga di sua convenienza portare a rifiuto materiali provenienti dagli scavi della sede stradale, e riconosciuti idonei dalla Direzione dei Lavori, sostituendoli con materiali provenienti da cave di prestito, per il volume corrispondente a questi ultimi materiali non verrà applicato il prezzo relativo alla fornitura di materiali provenienti da cave di prestito per la formazione dei rilevati.

#### **F) STRUTTURE DI SOSTEGNO IN TERRA CON L'AGGIUNTA DI ALTRI MATERIALI**

Per la misurazione e valutazione dei lavori, si fa riferimento alle norme usuali ed a quanto in particolare specificato nelle voci di elenco.

Le strutture di sostegno in terra con l'aggiunta di altri materiali saranno realizzate secondo gli elaborati di progetto allegati al contratto, verificati e fatti propri dall'Impresa appaltatrice. Detti elaborati dovranno essere comunque approvati dalla Direzione Lavori.

La struttura suddetta dovrà essere dimensionata in relazione alla natura del terreno, alle spinte cui dovrà sottostare ed ai relativi sovraccarichi considerando, per le opere permanenti, una durata di servizio non inferiore a 70 anni per strutture ordinarie e di 100 anni per strutture ad alto livello di sicurezza (spalle di ponte, muri inondabili).

I prezzi corrispondono e compensano: ogni prestazione e fornitura per dare l'opera compiuta a regola d'arte; gli oneri di calcolo ed eventuale brevetto, i maggiori oneri di formazione del rilevato in conseguenza della più accurata selezione dei materiali, della presenza delle armature, del ridotto spessore degli strati, delle cautele da adottare nel compattamento a ridosso del paramento esterno e della maggiore frequenza delle prove; compreso inoltre l'assistenza tecnica specialistica, tanto per il montaggio, quanto per il controllo preventivo di laboratorio sulla idoneità dei materiali da rilevato da utilizzare per la costruzione del massiccio in terra.

Sono solo esclusi: gli scavi occorrenti, la fornitura dei materiali per la formazione del rilevato, le opere di fondazione del paramento nonché il cordolo di coronamento, da pagare in base alle relative voci di elenco prezzi.

#### **G) STRUTTURE DI SOSTEGNO IN TERRA CON L'AGGIUNTA DI ALTRI MATERIALI**

Il prezzo per la formazione dei muri di sostegno in terre rinforzate verrà corrisposto a mq in base alla superficie realmente coperta in facciata. Il prezzo per mq sarà computato per ogni mq di superficie realizzata.

Tali prezzi compensano la fornitura e la posa delle geogriglie monorientate in polietilene ad alta densità (HDPE) di resistenza opportuna, la fornitura e la posa dei casseri metallici "a perdere", la fornitura, la stesura e la compattazione del materiale inerte e l'idrosemina. Sono compresi inoltre gli oneri per la realizzazione per conci e per le opere provvisorie, (rampe, ecc.).

Tali prezzi compensano inoltre le operazioni, i controlli e tutte le prove prescritte.

### **ART. 56**

#### **DEMOLIZIONI DI MURATURE E FABBRICATI**

a. Nei prezzi delle demolizioni sono compresi tutti gli oneri relativi a tale categoria di lavoro, sia che venga eseguita in fondazione che in elevazione e, comunque, senza uso di mine. In particolare sono compresi i ponti di servizio, le impalcature, le armature e sbadacchiature eventualmente occorrenti, nonché l'immediato allontanamento dei materiali di risulta che rimarranno di proprietà dell'Impresa.

La demolizione di fabbricati, di ogni tipo e struttura, verrà compensata a metro cubo di vuoto per pieno, limitando la misura in altezza dal piano di campagna al livello della gronda del tetto.



Rimane a carico dell'Impresa l'onere della demolizione dei pavimenti del piano terreno, delle fondazioni di qualsiasi genere, di tutti gli impianti fino alla profondità indicata dalla Direzione dei Lavori e tutti gli oneri specificati nelle singole voci di Elenco Prezzi.

I materiali demoliti resteranno di proprietà dell'Impresa, la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti utilizzabili dalla Direzione dei Lavori, e trasporterà alla discarica i materiali non riutilizzabili, a sua cura e spese, a qualsiasi distanza e compreso qualsiasi onere.

- b. Con il compenso a corpo 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 sbatacchiature eventualmente occorrenti, nonchè l'immediato allontanamento dei materiali di risulta che rimarranno di proprietà dell'Appaltatore per essere eventualmente utilizzati 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 a corpo dell'appalto; la demolizione delle fondazioni sarà eseguita sino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

## **ART. 57** **DEMOLIZIONE DI SOVRASTRUTTURA STRADALE**

Con i prezzi di Elenco, in cui è compresa questa lavorazione, vengono compensati tutti gli oneri relativi alla demolizione od al taglio della sovrastruttura stradale esistente, per qualunque profondità e con qualunque mezzo anche in presenza di traffico, nonchè l'onere del recupero e la raccolta in cumuli del materiale di risulta utilizzabile ed il trasporto a rifiuto con qualsiasi mezzo ed a qualunque distanza dei materiali non utilizzabili compreso ogni spesa ed onere.

## **ART. 58** **PALANCOLE TIPO LARSEN**

### **A) NOLEGGIO**

Il noleggio mensile delle palancole verrà compensato con il relativo prezzo di Elenco.

In esso sono compresi: il trasporto delle palancole a piè d'opera, la preparazione mediante rivestimento di bitume, il magazzinaggio e la ripresa.

La contabilizzazione sarà fatta sulla base dei m<sup>2</sup> ottenuti moltiplicando lo sviluppo della palanca, misurato secondo la sezione normale alla altezza per l'altezza effettiva delle palanca.

### **B) INFISSIONE**

L'infissione e l'estrazione della palanca verranno compensate con il relativo prezzo di Elenco.

In esso sono compresi: la mano d'opera, i macchinari e le attrezzature necessarie per l'esecuzione del lavoro, lo sfrido dei materiali dovuto a rottura, guasti, o all'impossibilità di recupero; in genere ogni lavoro e fornitura occorrente a dare l'opera compiuta e idonea all'uso.

## **ART. 59** **TURE PROVVISORIE**

Nei prezzi di Elenco relativi a tale opere sono compresi:

- la fornitura dei materiali, la mano d'opera, i macchinari e le attrezzature necessari per la esecuzione del lavoro; lo sfrido di materiali dovuto a rotture, guasti, o all'impossibilità di recuperi; in genere ogni lavoro e fornitura occorrente a dare l'opera compiuta e idonea all'uso.

I materiali impiegati nelle ture provvisorie restano di proprietà dell'Impresa la quale dovrà provvedere, a sue spese, alla loro rimozione e recupero.

Il pagamento delle ture e diaframmi verrà effettuato computando la superficie effettiva dell'opera in base alla lunghezza, misurata secondo la lunghezza, misurata secondo lo sviluppo dell'asse medio della struttura, ed altezza pari a quella della parete piena.

La lunghezza sarà misurata secondo lo sviluppo sulla mezzeria della struttura.

Si specifica che, per le ture, l'altezza sarà quella della parete piena.

## **ART. 60** **DIAFRAMMI A PARETE CONTINUA**

Nei prezzi di Elenco relativi a tali opere sono compresi: la formazione dei cordoli guida, l'apertura della trincea, l'eventuale impiego di scalpello, la fornitura dei fanghi bentonitici e l'impiego dei relativi impianti di pompaggio, l'acqua, la fornitura del conglomerato cementizio ed il suo getto e costipamento con mezzi idonei anche in presenza di armature metalliche e quant'altro necessario per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

L'eventuale scavo a vuoto sarà compensato con il relativo prezzo di elenco.

La superficie del diaframma sarà computata misurando, in corrispondenza di ogni pannello, la lunghezza in asse del diaframma e l'altezza dal piano di campagna fino alla sommità della parete piena.

## **ART. 61** **PALI PER FONDAZIONI**

La lunghezza dei pali in legno e dei pali prefabbricati, ai fini della valutazione, non comprende 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 di 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."Palificate di fondazione", oltrechè tutte le opere provvisoriale e di cantiere, anche in presenza di acqua di falda e corrente per l'infissione dei pali e successive lavorazioni

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 dall'art."Palificate di fondazione" Paragrafo c).

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 occorra, 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 all'art."Palificate di fondazione" 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. 62**

### **FONDAZIONI E CONTRAFFORTI A POZZO**

Si considera scavo a pozzo quello che si esegue con l'adozione di rivestimento costruito per sottomurazione e che ha, in sezione corrente, un'area teorica esterna non superiore a m<sup>2</sup> 80; scavi aventi un'area teorica superiore agli 80 m<sup>2</sup> saranno considerati scavi di fondazione a sezione obbligata.

Lo scavo in pozzo a cielo aperto verrà eseguito secondo le prescrizioni indicate nell'articolo "Fondazioni a pozzo" del Cap. I e verrà compensato con gli appositi prezzi di Elenco. Tali prezzi verranno applicati solo quando i pozzi superino la profondità di m 3 dal piano di campagna o di sbancamento; per pozzi profondi fino a m 3 lo scavo verrà contabilizzato e pagato come scavo di fondazione.

Verrà valutato come scavo di sbancamento quello eseguito al di sopra del piano orizzontale passante per la sommità del primo anello del pozzo, qualunque siano le cautele e gli accorgimenti da adottare in relazione all'acclività delle pendici ed alla natura geologica dei terreni costituenti le pendici stesse.

La contabilizzazione dello scavo dei pozzi sarà fatta in base all'area teorica ed all'altezza misurata, per zone di profondità, dal piano di posa del calcestruzzo di fondo fino alla sommità. Lo scavo degli eventuali allarghi di base sarà compensato con lo stesso prezzo dello scavo dei pozzi.

A ciascuna zona di profondità sarà applicato il relativo compenso previsto nell'Elenco Prezzi.

Le altre categorie di lavori - calcestruzzi, ferro di armatura, casseri - saranno valutate con le modalità valide per i normali lavori di opere d'arte, con le maggiorazioni previste dell'Elenco Prezzi per le varie profondità.

Il rivestimento dei pozzi sarà contabilizzato come calcestruzzo in elevazione, il fondello ed il riempimento dei pozzi sarà contabilizzato come calcestruzzo di fondazione; in ogni caso l'eventuale armatura di ferro sarà compensata a parte.

Qualora l'Impresa, per ragioni di propria convenienza od in relazione alle caratteristiche dei terreni, eseguito lo scavo di un tratto del pozzo e prima di procedere alla costruzione dell'anello in calcestruzzo rivestisse le pareti di scavo con calcestruzzo spruzzato a pressione, tale strato di calcestruzzo verrà contabilizzato unitamente a quello costituente l'anello di rivestimento e pagato con lo stesso prezzo.

Tutte le norme di misurazione e valutazione del presente articolo si applicano anche per i pozzi di aerazione delle gallerie verticali o subverticali.

L'eventuale esaurimento di acqua di falda o vena, meccanico o non, è a cura di spese dell'Impresa fin quando lo scavo venga eseguito ad una profondità minore di cm 20 (venti) sotto il livello costante cui si stabiliscono le acque. Per profondità maggiori verrà corrisposto all'Impresa il compenso stabilito nell'Elenco Prezzi.

## **ART. 63**

### **MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI**

Tutte le murature ed i conglomerati cementizi sia in fondazione che in elevazione, semplici o armati, verranno misurati a volume con metodo geometrico in base a misure sul vivo, escludendo gli intonaci, ove esistano, deducendo i vuoti ed i materiali eventuali di natura differente compenetrati nelle strutture. Non verranno dedotti i volumi dei ferri di armatura e dei cavi per la precompressione ed i vani di volume minore o eguale a m<sup>3</sup> 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 nelle posizioni che verranno richiesti 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 dei 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 i ponteggi le armature di sostegno dei casseri per il getto in elevazione di strutture a sviluppo prevalentemente verticale (muri, pilastri, ecc.), attrezzature e macchinari per la confezione, la posa in opera, la vibrazione dei calcestruzzi e quanto altro occorra per dare il lavoro finito e completo a regola d'arte.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione o giunti speciali aperti a cuneo o forature di drenaggio, secondo i tipi approvati dalla Direzione dei Lavori, il relativo onere, compreso quelli di eventuali casseforme, si intende compreso nel prezzo di Elenco per le murature in genere e conglomerati.

Per l'impiego di eventuali additivi nei conglomerati cementizi e nelle malte per murature espressamente previsto in progetto per particolari esigenze, è compreso nel prezzo.

In ogni altro caso, tale impiego sarà consentito a totale carico dell'Impresa, previo benestare della Direzione dei Lavori.

## **ART. 64**

### **CASSEFORME - ARMATURE - CENTINATURE - VARO DI TRAVI PREFABBRICATE**

Casseforme, armature di sostegno, centinature e varo di travi prefabbricate sono comprese nel prezzo. Saranno compensati a parte, solo per quanto sia esplicitamente indicato nelle voci di Elenco Prezzi.

#### **A) CASSEFORME**

Le casseforme saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio, ad opera finita.

#### **B) ARMATURE**

Le armature di sostegno delle casseforme per getti in conglomerato cementizio, semplice od armato in elevazione, per opere di qualsiasi altezza, sono comprese e compensate coi prezzi relativi ai getti in conglomerato cementizio.

Le armature di sostegno delle casseforme per piattabande e travate, o di sostegno di centinature per volti, sono pure comprese e compensate coi prezzi dei calcestruzzi semplici od armati.

Le armature di sostegno delle casseforme per piattabande o travate in cemento armato normale, o precompresso, o di sostegno delle centinature di archi e volti, quando la luce misurata al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera o, in caso di sedi separate, lungo l'asse mediano di ciascuna sede, estesa fra i fili interni dei sostegni, (pile, spalle) superi i 15 metri, dovranno essere contabilizzate con i seguenti criteri: per ciascuna luce dell'opera si determinerà la classifica dell'armatura in base alla misura della luce eseguita secondo le modalità sopra menzionate e si applicherà il relativo prezzo di Elenco alla superficie determinata, in proiezione orizzontale, dalla larghezza misurata normalmente all'asse mediano fra gli sbalzi esterni di ciascuna carreggiata, e dalla lunghezza misurata al piano d'imposta fra i fili interni dei sostegni di ciascuna luce, lungo l'asse mediano dell'opera, o, in caso di sedi separate, lungo l'asse mediano di ciascuna sede.

Qualora l'altezza media di ogni singola luce, misurata fra il piano di appoggio della piattabanda, o della travata, o linea d'intradosso dell'arco e il profilo nero del terreno, sempre sull'asse mediano dell'opera, o, in caso di sedi separate, sull'asse mediano di ciascuna sede, superi l'altezza di m 15, si determinerà l'incremento di prezzo applicando la maggiorazione di cui alla relativa voce di Elenco, tante volte quante sono le zone di 5 m superiori ai 15 m di base.

Il prezzo d'Elenco suddetto, con l'eventuale maggiorazione, sarà applicato anche per il compenso delle armature di sostegno delle casseforme per il getto in calcestruzzo di parti a sbalzo di strutture in elevazione quali ad esempio le orecchie delle spalle di opere d'arte e gli sbalzi laterali delle pile. In tal caso il prezzo d'applicare sarà quello corrispondente ad una luce convenzionale uguale a 2 volte la lunghezza dello sbalzo (misurata lungo l'asse mediano dello sbalzo tra il filo d'incastro ed il bordo libero dello sbalzo stesso) e la superficie alla quale detto prezzo dovrà essere applicato sarà quella determinata, in proiezione orizzontale, dalla lunghezza dello sbalzo, misurata come sopra precisato, e dalla larghezza misurata normalmente all'asse mediano dello sbalzo.

#### **C) ARMATURE PER LA POSA IN OPERA DI IMPALCATO A CASSONE**

Le armature di qualunque tipo per la posa in opera di impalcato a cassone in calcestruzzo armato o in calcestruzzo precompresso eseguiti a qualsiasi altezza, sia fabbricati in opera che prefabbricati, verranno computate a m<sup>2</sup> di proiezione orizzontale dell'impalcato stesso, considerato per la sola luce netta fra i fili interni delle pile.

Nella relativa voce di Elenco Prezzi si intendono compresi e compensati tutti gli oneri, le forniture e prestazioni necessarie, ed in particolare: mano d'opera, materiali e consumi, diritti di brevetto, montaggio, sollevamento a qualsiasi altezza e smontaggio delle attrezzature, eventuali tempi morti conseguenti alle particolari modalità esecutive, approntamento del cantiere, dei relativi piani di posa e di tutte le opere, lavorazioni necessarie per la realizzazione a regola d'arte, ecc...

L'applicazione di detta voce di Elenco Prezzi esclude naturalmente i compensi della voce di Elenco di cui al paragrafo B).

#### **D) POSA IN OPERA DI TRAVI PREFABBRICATE IN C.A. O C.A.P. ARMATURA DI SOSTEGNO CASSEFORME PER GETTO DI SOLETTE E TRAVERSI SU TRAVI VARATE**

Qualora nell'esecuzione di impalcati vengano impiegate travi costruite fuori opera in cemento armato o in cemento armato precompresso, di luce superiore a m 30 il loro sollevamento, trasporto e collocamento in opera a qualsiasi altezza, sarà compensato con il relativo Prezzo di Elenco.

Per luci inferiori a 30 m l'onere di sollevamento, trasporto e collocamento in opera è compreso e compensato con i prezzi di Elenco relativi ai calcestruzzi per cemento armato o cemento armato precompresso.

L'armatura di sostegno di casseforme per getti in opera, a qualsiasi altezza di solette su travi varate prefabbricate in cemento armato, cemento armato precompresso o acciaio, anche per le parti a sbalzo, è compresa nel relativo prezzo di Elenco del calcestruzzo utilizzato.

L'eventuale impiego di elementi strutturali metallici o in conglomerato cementizio, semplice od armato, normale o precompresso, con funzione di cassaforma persa per il getto delle solette, sbalzi e traversi di impalcato, dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione Lavori.

Quando gli elementi strutturali di cui sopra hanno solo funzione di cassaforma persa, il calcolo della soletta, degli sbalzi e dei traversi non dovrà tener conto ai fini statici dell'effetto collaborante di detti elementi.

#### **E) CENTINATURE**

Le centinature per archi, complete delle eventuali armature di sostegno delle casseforme per qualsiasi struttura da costruirsi superiormente all'estradosso dell'arco, sono comprese nel prezzo relativo ai calcestruzzi per volti fino a m 10 di luce retta. Per luci maggiori - misurate fra i fili interni delle pile o spalle - oltre il pagamento del compenso per armature di sostegno, sono compensate a parte le centinature relative con i relativi prezzi d'Elenco e commisurate alla proiezione orizzontale della superficie di intradosso dell'impalcato, come specificato per le armature di sostegno.

Le centinature per il sostegno di casseforme per volte di galleria artificiale sono compensate con il relativo prezzo di Elenco.

Il prezzo delle strutture di cui ai punti A), B), C), D), E) è comprensivo di tutti gli oneri relativi ai materiali, mano d'opera, costruzione, montaggio, disarmo, sfrido, chioderia, ecc...nonchè di ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

#### **F) COSTRUZIONI A SBALZO**

Per le strutture in cemento armato precompresso da costruire a sbalzo, e per conci successivi, anche in curva di qualsiasi raggio, il prezzo di Elenco relativo alle casseforme scorrevoli sostenute da apposito carrellone mobile su binari e contrappesato, è comprensivo dell'onere relativo alle costruzioni delle casseforme e dell'intera apparecchiatura mobile ed agli spostamenti per l'esecuzione dei vari conci, nonchè al montaggio e sondaggio dell'apparecchiatura stessa, qualunque sia l'altezza della struttura a sbalzo da costruire.

Qualora l'Impresa, per sua convenzione, ritenesse opportuno costruire le strutture suddette anzichè a sbalzo per conci successivi, con getto monolitico mediante l'impiego di idonea armatura di sostegno delle casseforme fisse, sia le casseforme che la relativa armatura di sostegno e centinatura, indipendentemente dalla luce, della struttura e dell'altezza saranno ugualmente compensate con il prezzo relativo alle casseforme scorrevoli sostenute da apposito carrellone.

In ogni caso la superficie orizzontale di impalcato alla quale va applicato il suddetto prezzo sarà determinata seguendo il criterio stabilito nel comma B), armature di sostegno.

### **ART. 65**

#### **ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A. E C.A.P.**

Il peso dell'acciaio tondo per l'armatura del calcestruzzo sia esso del tipo Fe B 22 k, Fe B 32 k, Fe B 38 K e Fe B 44 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 nei disegni esecutivi di progetto 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 le uncinature) e moltiplicando per il peso unitario determinato in base alle dimensioni nominali ed al peso specifico 7,85 Kg/dm<sup>3</sup> indicato nel D.M. 9 gennaio 1996.

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 nominale corrispondente determinato in base al peso specifico di 7,85 Kg/dm<sup>3</sup> indicato nel D.M. 9 gennaio 1996.

Il peso dell'acciaio per strutture in cemento armato precompresso con il sistema a cavi scorrevoli sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico dei cavi, compreso fra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il numero dei tondini componenti il cavo e per il peso di questi determinato sull'unità di misura.

Il peso dell'acciaio per strutture in cemento armato precompresso con il sistema a fili aderenti sarà determinato moltiplicando lo sviluppo dei fili, compreso fra le facce esterne delle testate della struttura, per il peso dei fili, determinato sull'unità di misura.

Il peso dell'acciaio in barre per calcestruzzi precompressi sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto delle barre, compreso fra le facce esterne degli apparecchi di ancoraggio per il peso unitario della barra calcolato in funzione del diametro nominale e del peso specifico dell'acciaio di 7,85 Kg/dm<sup>3</sup>.

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 dai disegni esecutivi.

Il prezzo dell'acciaio per strutture in cemento armato precompresso compensa anche:

- a) per il sistema a cavi scorrevoli: la fornitura e posa delle guaine di legatura delle stesse guaine, dei ferri distanziatori dei cavi e le iniezioni con malta di cemento nei vani dei cavi stessi, le teste e le piastre di ancoraggio e la mano d'opera ed i mezzi e i materiali per la messa in tensione dei cavi nonché per il bloccaggio dei dispositivi;
- b) per il sistema a fili aderenti: la fornitura e posa in opera dei dispositivi di posizionamento dei fili all'interno della struttura, degli annessi metallici e accessori di ogni tipo, la mano d'opera, i mezzi e materiali necessari per la messa in tensione dei fili, per il bloccaggio degli stessi e per il taglio, a stagionatura avvenuta della struttura, delle estremità dei fili non annegate nel calcestruzzo nonché la perfetta sigillatura con malta a 300 Kg di cemento per mc<sup>3</sup> di sabbia, delle sbrecciature nell'interno dei cavi tagliati sulla superficie delle testate della struttura;
- c) per il sistema a barre: eventuali diritti doganali e di brevetto, il trasporto, la fornitura e posa in opera di guaine, ancoraggi, manicotti, ed accessori di ogni genere, la mano d'opera, i mezzi ed i materiali per la messa in tensione delle barre nonché per il bloccaggio dei dispositivi, le iniezioni, ecc...

## **ART. 66** **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 ed ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

Gli apparecchi di appoggio di qualsiasi tipo saranno compensati con i rispettivi prezzi di Elenco.

Le cerniere a snodo in acciaio, per il collegamento delle strutture costruite a sbalzo, saranno contabilizzate e pagate con il prezzo di Elenco relativo alla fornitura e posa in opera di apparecchi di appoggio metallici del tipo mobile, pendolare od a rulli.

Per i manufatti in acciaio, in genere, potrà essere corrisposto in contabilità un acconto pari al 50% dell'opera finita, quando il materiale per l'esecuzione del manufatto sia giunto in cantiere (a piè d'opera), già verificato tecnologicamente e dimensionalmente (pesatura compresa) dalla Direzione dei Lavori.

Il peso dei manufatti verrà determinato prima della posa in opera mediante pesatura da verbalizzare in contraddittorio.

I giunti di dilatazione per ponti e viadotti in gomma antivibrante verranno misurati, prima della posa in opera, a volume compresi i vuoti.

I profilati metallici, di qualsiasi forma e dimensione, occorrenti per l'ancoraggio di tali giunti alla struttura, compresi i bulloni, verranno contabilizzati a peso e pagati con il prezzo di Elenco relativo ai manufatti in ferro lavorato (ringhiere, parapetti, griglie, staffe, ecc.).

## **ART. 67** **ACQUEDOTTI E TOMBINI TUBOLARI**

I tubi di cemento per la formazione di tombini tubolari saranno pagati a m. lineari in opera ed il prezzo di Elenco comprende la fornitura e posa in opera dei tubi e la sigillatura dei giunti ed il rinfiacco ed ogni onere per dare il lavoro ultimato a regola d'arte.

Il calcestruzzo costituente il massetto di fondazione, il rinfiaccio e la cappa è compreso e pagato nel prezzo. I manufatti tubolari in lamiera ondulata e zincata saranno contabilizzati in ragione del peso effettivo, risultante da appositi verbali di pesatura redatti in contraddittorio. Qualora il peso effettivo di ciascun elemento sia inferiore a quello teorico diminuito della tolleranza, la Direzione dei Lavori non accetterà la fornitura; se il peso effettivo è superiore a quello teorico aumentato della tolleranza, verrà compensato il solo peso teorico, aumentato dei valori della tolleranza.

#### **ART. 68** **INTONACI E TRATTAMENTI PROTETTIVI SMALTI CEMENTIZI-CAPPE D'ASFALTO -** **IMPERMEABILIZZAZIONI**

La valutazione degli intonaci, degli smalti, delle cappe di asfalto e delle impermeabilizzazioni con manti a base di resine epossidiche, verrà fatta tenendo conto della effettiva superficie curva o piana, senza effettuare deduzioni di vani di superficie inferiori a  $m^2$  1 e senza tener conto di rientranze o sporgenze dal vivo muro che non superino i cm 10.

La superficie delle volte, tanto nella copertura degli estradossi con cappe d'asfalto colato o smalto cementizio, come per l'eventuale intonacatura degli intradossi, verrà determinata calcolando lo sviluppo della volta stessa, con metodo geometrico.

Nei prezzi a  $m^2$  delle singole voci delle impermeabilizzazioni sono incluse tutte le forniture, ivi compresi gli eventuali additivi, ponteggi finitura degli spigoli e dei gusci di raccordo, ripresa di eventuali irregolarità e di tracce e di quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Nel prezzo a  $m^2$  del manto in asfalto è compreso l'onere della stesura in due strati sovrapposti, ma a giunti sfalsati oppure incrociati.

#### **ART. 69** **SOVRASTRUTTURA STRADALE** (strati di fondazione, di base, di collegamento e di usura)

La sovrastruttura stradale, lo strato di fondazione in misto granulare stabilizzato con o senza legante naturale, sarà valutato in base al volume teorico così come indicato dai disegni esecutivi e contabili ed a costipamento ultimato.

Sia il tout-venant bituminoso per lo strato di base, che i conglomerati per la formazione dello strato di collegamento (binder) e di quello di usura, saranno contabilizzati solo in base agli spessori indicati in progetto e per le superfici indicate e/o richieste dalla D.L.

Fermo restando che la sovrastruttura stradale dovrà essere realizzata secondo le sezioni tipo di progetto ed i disegni allegati al Contratto di appalto nonché 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/quantità da imputare nei singoli S.A.L. per l'emissione delle relative rate di acconto per quanto concerne il prezzo a corpo/la valutazione a misura.

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. 70** **PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA**

Il prezzo a  $m^2$  comprende ogni onere per la formazione del letto di posa in sabbia, la chiusura superficiale, la battitura degli elementi e la sigillatura dei giunti con mastice bituminoso.

## **ART. 71** **TRATTAMENTI SUPERFICIALI**

I trattamenti superficiali e le pavimentazioni in genere vanno misurati in ragione di superficie, avvertendo che non saranno contabilizzate le maggiori superfici non ordinate dalla Direzione dei Lavori. Nei prezzi unitari relativi è compresa ogni fornitura e magistero per dare il lavoro compiuto con le modalità e le norme che precedono, e che sono richiamate nei prezzi unitari dell'annesso Elenco.

## **ART. 72** **LAVORI IN SOTTERRANEO**

### **A) SCAVI**

Il volume di scavo in galleria verrà computato in base al tipo di sezione stabilito, tratto a tratto, dalla Direzione dei Lavori; saranno quindi esclusi dal computo i maggiori volumi dovuti ad irregolarità delle pareti di scavo, ovvero a cavità di qualunque specie, esistenti o formatesi durante l'esecuzione dei lavori.

Lo sgombrò di materiale eventualmente franato verrà compensato solo eccezionalmente, nel caso di franamenti o cedimenti non imputabili a deficienza di armature, e comunque non dovuti a negligenza od inesperienza dell'Impresa.

Nel prezzo dello scavo in galleria integrato dal compenso per venute d'acqua in eccesso sulle portate già comprese nei prezzi unitari (in quanto tali compensi sono applicabili) sono compresi oltre gli oneri relativi agli scavi in genere, anche quelli inerenti allo specifico tipo di lavoro; tra questi, a titolo esemplificativo, si intendono compresi gli oneri per armature provvisoriale di qualsiasi tipo recuperate o perse, per i provvedimenti conseguenti a venute di gas, per gli aggrottamenti necessari, per la raccolta dietro le murature di rivestimento della calotta e dei piedritti ed il convogliamento nelle cunette di acque di infiltrazione e delle sorgenti incontrate nell'escavazione delle gallerie, per eventuali trovanti rinvenuti in terreni sciolti, intendendo tale dizione generica comprensiva di tutto quanto necessario per rendere possibile la regolare esecuzione degli scavi in galleria anche in presenza di forti portate di acqua di filtrazione o provenienti dallo svuotamento di sacche.

Con il prezzo dello scavo sono altresì compensati gli oneri connessi alla necessità di dover cambiare, durante la costruzione della galleria, i vari sistemi di scavo e l'impiego di specifiche attrezzature in rapporto al mutare delle caratteristiche geo-meccaniche dei terreni attraversati ed al loro comportamento in relazione alla decompressione dell'ammasso, nonché l'onere relativo alla esecuzione dell'arco rovescio (che verrà pagato a parte con i relativi prezzi di elenco) entro tre diametri, ovvero entro 1,5 diametri dal fronte di scavo.

Le centine metalliche, i relativi distanziatori e la rete di acciaio a maglie elettrosaldate saranno compensati con i relativi prezzi di Elenco ed il loro peso sarà determinato con le norme di cui all'Art. del Cap.1°.

I tiranti in roccia realizzati con barre d'acciaio o con aste in fibra sintetica in conformità alle prescrizioni del progetto ed agli ordini impartiti dalla D.L. saranno compensati con i relativi prezzi di Elenco. Come pure saranno compensate a parte con i relativi prezzi di elenco tutte le categorie di lavoro da adottare per conseguire il precontenimento del cavo ed il preconsolidamento del fronte di scavo.

Si precisa che, nel caso di rescissione del contratto di appalto, tutte le armature in opera degli scavi rimangono di proprietà della Stazione Appaltante e non potranno in alcun modo essere asportate.

L'Impresa non potrà pretendere per tali armature alcun compenso, oltre il pagamento dei materiali in base al prezzo di Elenco a piè d'opera. Tutti gli oneri relativi alla lavorazione, posa in opera, sfrido, ecc.. si intendono compresi e compensati con pagamento degli scavi eseguiti e contabilizzati.

Il prezzo dello scavo in cunicolo con fresa integrale a testa rotante comprende e compensa l'onere della esecuzione, in avanzamento di 30-40 m rispetto alla testa della fresa, di un foro esplorativo del diametro non inferiore a cm 10.

I prezzi unitari relativi alle voci degli scavi in galleria sono comprensivi di tutti gli oneri e soggezioni derivanti da presenza o venuta d'acqua in qualsiasi portata.

Per corrispondenti portate superiori e per le tratte in cui effettivamente si verificano, verranno applicate le maggiorazioni percentuali di cui all'Elenco Prezzi.

### **B) MURATURE DI RIVESTIMENTO**

I volumi delle strutture di rivestimento delle gallerie, verranno computati per i tratti aventi sezione costante e valutati sul vivo della superficie esclusi gli eventuali intonaci.

Il maggior volume di rivestimento rispetto agli spessori prescritti e la muratura di bloccaggio, occorrenti per il riempimento di vuoti dovuti ad irregolarità delle pareti di scavo, rimarranno a carico dell'Impresa.



Solo nel caso di caverne naturali, oppure di cavità causate da cedimenti o franamenti non imputabili a deficienze di armature od a negligenze dell'Impresa, il calcestruzzo e la muratura di bloccaggio occorrenti per il riempimento oltre l'estradosso del rivestimento prescritto, verranno valutati a parte e compensati.

Quando la Direzione dei Lavori ordinasse la realizzazione di fori, canalette, ecc..., nello spessore di rivestimento, ogni onere relativo alla formazione di essi è compreso nel prezzo del rivestimento, e nella misurazione del rivestimento stesso non verranno detratti i vuoti corrispondenti.

Nel caso di rivestimenti eseguiti in roccia consistente e non alterabile, a giudizio esclusivo della Direzione dei Lavori potranno essere consentite punte di roccia che s'insinuino nella massa del rivestimento, purchè non oltre il quarto dello spessore di esso; il volume di queste punte non verrà detratto nel computo del rivestimento. Nel caso la Direzione dei Lavori prescrivesse, in dipendenza della natura dei terreni attraversati, un rivestimento ad anelli concentrici di calcestruzzo semplice ed armato, di caratteristiche diverse, nel computo e nella valutazione verranno seguite le norme sopra esposte, applicando per ogni anello il corrispondente prezzo unitario; l'Impresa non avrà diritto a richiedere alcun compenso in relazione ai maggiori oneri derivanti dall'esecuzione in più tempi.

I prezzi unitari delle categorie di lavoro relative alle strutture di rivestimento da eseguire in gallerie comprendono e compensano tutti gli oneri e soggezioni dovuti alla presenza d'acqua qualunque ne sia la portata.

### **C) CALCESTRUZZO SPRUZZATO**

Il computo dei volumi di calcestruzzo spruzzato in sotterraneo o all'aperto verrà effettuato secondo gli spessori teorici ordinati di volta in volta dalla Direzione dei Lavori. Nei prezzi di Elenco relativi si intendono compresi e compensati gli eventuali maggiori oneri derivanti del riempimento di irregolarità delle pareti di scavo oltre lo spessore teorico, intendendosi che tale riempimento andrà eseguito con lo stesso materiale e le stesse modalità previsti per il rivestimento in calcestruzzo spruzzato. Si specifica che, in ogni caso, non saranno tollerate riduzioni di spessore, dovute ad irregolarità delle pareti di scavo, di oltre un terzo dello spessore teorico, e solamente in corrispondenza di singole punte di parete maggiormente sporgenti.

Nel solo caso di caverne o di cavità causate da cedimenti o franamenti non imputabili a deficienze di armatura o, in generale, a negligenze dell'Impresa, sarà eseguito a tergo o al di sotto dello spessore ordinato di calcestruzzo spruzzato, un riempimento con calcestruzzo normale che verrà compensato secondo i relativi prezzi d'Elenco a norma di quanto specificato al precedente comma B) per le murature in fuori sagoma. Si intendono compresi e compensati con il prezzo d'Elenco tutti gli oneri e sfridi di qualsiasi entità conseguenti al sistema di lavoro.

Eventuali murature di rivestimento in calcestruzzo normale o con pietrame annegato, eseguite per il completamento della sagoma di galleria (sia per completamento calotta, che piedritti o arco rovescio), ove sia stato adottato e pagato il calcestruzzo spruzzato per rivestimento parziale o totale, saranno pagate con le rispettive voci di Elenco.

Si precisa che i prezzi di Elenco, relativi alle varie categorie di lavoro in galleria, vanno applicati qualunque sia la lunghezza della galleria e qualunque sia la distanza del fronte di scavo dall'imbocco o dagli imbocchi della galleria stessa.

### **D) IMPERMEABILIZZAZIONE IN SOTTERRANEO CON GUAINA IN PVC**

L'impermeabilizzazione in sotterraneo con guaine in PVC verrà compensata, per i tratti e le superfici ordinati dalla Direzione dei Lavori, col corrispondente prezzo di Elenco.

La superficie da contabilizzare sarà ottenuta moltiplicando la lunghezza del tratto rivestito per lo sviluppo del rivestimento stesso, lungo la superficie di separazione fra il prerivestimento in calcestruzzo spruzzato ed il rivestimento in calcestruzzo; il computo sarà effettuato secondo le dimensioni teoriche stabilite dal progetto esecutivo.

## **ART. 73** **FONDAZIONI A CASSONE**

### **A) CASSONI AD ARIA COMPRESSA; PIENI OD ALLEGGERITI**

Il volume delle fondazioni ad aria compressa è quello delimitato: lateralmente, dalle pareti esterne, del cassone; inferiormente, dal piano di posa del calcestruzzo immesso nella camera di lavoro; superiormente, dalla risega di fondazione, qualunque siano la quota del pelo d'acqua e quella del solettone di chiusura del cassone.

A ciascun intervallo di profondità, a partire da detta quota di risega, verrà applicato il relativo prezzo di Elenco. Gli eventuali scavi, effettuati superiormente al piano della risega, saranno considerati come scavi di fondazione subacquei o non, a seconda se si trovino oppure no, ad una profondità maggiore od eguale a 20 cm sotto il pelo d'acqua costante e ciò anche quando speciali circostanze di lavoro obbligassero l'Impresa ad iniziare gli scavi ad aria compressa ad un piano più alto di quello della risega di fondazione.

Il prezzo a m<sup>3</sup> comprende: la provvista, l'eventuale varo, l'affondamento dei cassoni, tutti gli impianti e le spese per la produzione e la conduzione dell'aria compressa e dell'energia elettrica, tutti i ponti di servizio e di puntellamento, l'illuminazione, lo scavo e l'estrazione dei materiali di qualsiasi natura, il loro trasporto a rifiuto, gli eventuali aggotamenti, gli eventuali raddrizzamenti del cassone, gli strumenti, gli attrezzi ed ogni mezzo d'opera occorrente nonché il maggior scavo dovuto alla svasatura delle pareti dei cassoni per facilitarne l'affondamento, la costruzione in opera del calcestruzzo e delle murature con la fornitura dei materiali occorrenti (armature metalliche comprese), il riempimento con calcestruzzo della camera di lavoro e della canna (quest'ultima solo per quelli alleggeriti), e qualunque altra provvista, lavoro e mano d'opera in aria compressa, nonché le opere provvisorie necessarie, compresa anche l'eventuale esecuzione di isole per l'impostazione dei cassoni, tanto per l'esecuzione degli scavi, quanto per dare perfettamente compiute, nella loro definitiva posizione, le opere di fondazione.

Il prezzo comprende altresì gli eventuali esaurimenti di acqua ed ogni altro onere ed apprestamento, che occorresse per eseguire all'asciutto le strutture al di sopra della risega di fondazione. I trovanti rocciosi aventi volume superiore ad 1/8 di m<sup>3</sup>, che fossero rinvenuti negli scavi ad aria compressa, verranno misurati e compensati con il relativo sovrapprezzo di Elenco.

## **B) CASSONI AUTOAFFONDANTI**

Valgono gli stessi oneri, salvo l'aria compressa, e le stesse norme di misurazione indicati per i cassoni ad aria compressa.

### **ART. 74 DRENAGGI**

Le profondità che daranno luogo alle applicazioni 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. 75.A VESPAI A TERGO DELLE MURATURE**

Saranno valutati a volume, misurato ad opera finita.

### **ART. 75.B 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 A CORPO**

Tutte le suddette categorie di lavoro, comprensive di fornitura, posa in opera ed ogni onere connesso, sono compensate con il prezzo a corpo di Contratto, solo dove 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 per quanto concerne il prezzo a corpo.

Qualora le predette categorie di lavoro non siano esplicitamente riportate nei suddetti disegni di progetto ed essendo comunque necessarie vengano ordinate per iscritto dal Responsabile del procedimento, verranno valutate a misura secondo gli articoli seguenti e si applicheranno a tali categorie di lavoro i prezzi di cui all'elenco C).

**ART. 76**  
**CORDONATE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

Le cordonate i cigli e le cunette in conglomerato cementizio eseguite secondo quanto indicato nell'articolo del Cap. I delle presenti Norme Tecniche, relativo a tale categoria di lavoro, verranno valutate a metro lineare 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 Cap. 1 avanti indicato, ivi compreso l'eventuale scavo necessario alla posa dei cordoli e della relativa fondazione. Il calcestruzzo costituente la fondazione prescritta è compensata nel prezzo.

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. 77**  
**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'art. del Cap.1 verranno valutate a m. 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  $R_{ck} \geq 30$  N/mm<sup>2</sup> 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 Fe B 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, solo escluso lo scavo per la formazione della cunetta, da pagare col prezzo dello scavo di sbancamento.

**ART. 78**  
**SISTEMAZIONE CON TERRENO COLTIVO DELLE AIUOLE**

La misurazione della sistemazione con terreno coltivo sarà effettuata a mc considerando la superficie effettiva sistemata per l'altezza effettiva, comunque mai superiore a 50cm., e nel prezzo si intendono compresi e compensati tutti gli oneri previsti nell'articolo del Cap. I delle presenti Norme Tecniche, relativo a tale categoria di lavoro. In detto prezzo è inclusa l'eventuale fornitura di idonea terra vegetale proveniente da cava di prestito.

**ART. 79**  
**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 questa sia inferiore a m<sup>2</sup> 3.

- 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 a m di effettivo sviluppo.
- e) Graticci con fascine verdi: saranno valutati a m 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 all'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 per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

## **ART. 80** **PROTEZIONE DELLE SCARPATE IN ROCCIA**

I rivestimenti delle scarpate in roccia con rete metallica saranno misurati in base alla superficie di rete utilizzata rettificata e nel prezzo è compreso l'onere per la fornitura e posa in opera della rete, gli ancoraggi intermedi e l'ancoraggio a monte da eseguirsi con cordolo in calcestruzzo.

## **ART. 81** **CONSOLIDAMENTO DI SCARPATE MEDIANTE L'IMPIEGO DI MALTA DI CEMENTO SPRUZZATA**

Lo scavo a mano o con mezzi meccanici da eseguire per conformare le scarpate a gradoni sarà valutato e pagato come scavo di sbancamento. La fornitura e posa in opera della rete metallica lungo le superfici dei gradoni sarà valutata a metro quadrato e nel relativo prezzo è compresa la fornitura delle staffe di fissaggio in tondino di ferro. Il trattamento delle superfici dei gradoni con malta di cemento spruzzata sarà valutata a metro quadrato e nel relativo prezzo è compreso l'onere della bagnatura preliminare delle superfici, nonché quello relativo alla formazione di una cunetta al piede delle pareti subverticali per la raccolta e lo smaltimento delle acque. Il trattamento delle superfici orizzontali dei gradoni verrà valutato a metro quadrato e per la sua contabilizzazione sarà applicato il prezzo relativo al rivestimento di scarpate mediante piantagioni.

## **ART. 82** **CONSOLIDAMENTO DI TERRENI MEDIANTE INIEZIONI DI SOSTANZE COESIVE**

Le operazioni eseguite sia all'aperto sia in sotterraneo e relative alle seguenti categorie di lavoro: perforazione del terreno da consolidare, fornitura e posa in opera di tubi per iniezioni in acciaio oppure in plastica, verranno valutate e contabilizzate ciascuna con il relativo prezzo di Elenco.

Le iniezioni eseguite con miscela di cemento ed acqua verranno valutate e pagate per 100 Kg di cemento iniettato e in base al peso a secco risultante da apposito verbale; quelle eseguite con miscela di acqua-cemento e bentonite verranno valutate e pagate per 100 Kg di miscela secca cemento-bentonite.

Per quanto riguarda la contabilizzazione delle iniezioni di sostanze chimiche, si precisa che essa verrà effettuata sulla base del peso dei soli ingredienti chimici principali (ad es. silicato di sodio più acetato di etile) che intervengono nella miscela.

A tal fine, il materiale di cui trattasi verrà pesato redigendo appositi verbali, col sistema della tara su pesa pubblica prima dell'arrivo in cantiere, con il distacco di apposito talloncino.

A richiesta della Direzione dei Lavori, l'Impresa dovrà attrezzare apposita pesa, da tenere sotto il controllo dell'Ufficio Metrico, nei pressi del cantiere.

Inoltre, l'Impresa si obbliga a consegnare l'originale della bolletta di accompagnamento del materiale al personale all'uopo incaricato dalla Direzione dei Lavori, nonché copia della corrispondente fattura quando sarà emessa.

**ART. 83**  
**TELO "GEOTESSILE" PER STRATO ANTICONTAMINANTE, RINFORZO E DRENAGGI**

Il telo geotessile adoperato come strato anticontaminante, rinforzo armatura o drenaggio, sarà pagato a metro quadrato secondo la superficie effettivamente ricoperta dal telo, essendo compreso e compensato nel prezzo di Elenco ogni onere per la fornitura, posa in opera, sfridi, sovrapposizioni, saldature.

**ART. 84**  
**GABBIONATE**

La Direzione dei Lavori accerterà il volume dei gabbioni metallici mediante pesatura di un certo numero di essi scelti come campioni.

Nel prezzo dei gabbioni sono compresi tutti gli oneri per la fornitura e posa in opera della rete, del filo zincato di spessore idoneo per la legatura degli spigoli, la formazione dei tiranti tra le facce opposte e quanto altro dovesse occorrere per il montaggio dei gabbioni stessi.

Il riempimento in pietrame sarà verificato sul gabbione già posto in opera e riempito e dovrà saturare il volume disponibile.

Nel prezzo relativo al riempimento sono compresi gli oneri per il paramento a corsi pressochè regolari delle facce viste, la posa in opera dei gabbioni e l'onere delle legature.

**ART. 85**  
**SCOGLIERE PER LA DIFESA DEL CORPO STRADALE DALLE EROSIONI DELLE ACQUE**

I massi naturali da impiegare per la formazione delle scogliere verranno valutati a peso e le operazioni di pesatura verranno effettuate in contraddittorio tra la Direzione dei Lavori e l'Impresa, i quali firmeranno apposita distinta giornaliera.

La pesatura dei massi, qualora questi vengano trasportati in cantiere con autocarri, dovrà essere effettuata servendosi di apposito peso a bilico che, richiesto dalla Direzione dei Lavori, dovrà essere fornito dall'Impresa in cantiere e sottoposto a controllo dell'Ufficio Metrico.

Il peso dei carichi sarà espresso in tonnellate o frazioni di tonnellate fino alla terza cifra decimale, detraendo la terza tara del veicolo nonchè il peso dei conci o scaglioni costituenti i massi di maggiore mole, ottenendo così il peso netto che dovrà figurare in contabilità.

Per la classificazione della categoria alla quale appartiene il carico trasportato, si dovrà dividere il suindicato peso netto per il numero dei massi compresi nel carico stesso.

Resta inteso, però, che nel carico non devono essere compresi elementi di peso singolo inferiore a Kg 51, i quali verranno valutati e pagati con il prezzo relativo a quello del pietrame in scapoli per l'intasamento delle scogliere.

Per i materiali provenienti per ferrovia, i pesi saranno determinati dai fogli di viaggio rilasciati dall'Ente F.S.

Nei singoli prezzi di Elenco, afferenti sia il pietrame in scapoli per l'intasamento, sia i massi naturali delle varie categorie, è compreso e compensato ogni onere per: cavatura, indennità di cava, trasporto in cantiere, pesatura, sollevamento e collocamento in opera con qualsiasi mezzo e magistero occorrente.

I massi naturali che si rompono nel collocamento in opera sono considerati come rifiutati, e non contabilizzati o lo sono soltanto in base al volume dei singoli pezzi risultanti, purchè non sia inferiore a quello minimo stabilito dalla Tariffa.

I prezzi riferibili ai massi artificiali si applicano ai volumi effettivi dedotti geometricamente dalla misurazione dei singoli massi da effettuarsi prima della loro posa in opera.

I massi artificiali che si rompono all'atto della posa in opera, oltre a non essere contabilizzati, devono essere tolti ed asportati a tutte spese dell'Appaltatore.

**ART. 86**  
**BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO E PARAPETTI METALLICI**

Le barriere, rette o curve verranno misurate sulla effettiva lunghezza, in questa compresi i terminali.

I tratti di barriere costituenti l'avvio ai parapetti saranno misurati dal sostegno del parapetto da cui esse si dipartono.

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.

Resta stabilito che nelle voci di Elenco sono compresi e compensati i pezzi speciali in rettilineo, in curva, terminali, eventuali blocchi di fondazione di 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 e qualsiasi altro onere per dare l'opera completa e funzionante.

Nelle voci di Elenco 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. 86.A**

#### **BARRIERE DI SICUREZZA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO TIPO "NEW JERSEY"**

Le barriere, rette o curve, centrali o laterali, verranno misurate sull'effettiva lunghezza.

I pezzi terminali o di chiusura, da impiegare nei varchi stradali, saranno valutati e pagati con la stessa voce di Elenco. Nella voce di Elenco 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. 86.B**

#### **PARACARRI- INDICATORI CHILOMETRICI -TERMINI DI CONFINE**

Nel prezzo unitario dei paracarri, indicatori chilometrici, indicatori segnaletici e termini di confine è compresa ogni operazione e provvista del materiale occorrente per la messa in opera, compresa, nei termini e nelle pietre chilometriche, la incisione delle lettere e dei numeri.

#### **ART. 87**

#### **MANO D'OPERA**

I prezzi di elenco si riferiscono ad operai idonei e provvisti dei necessari attrezzi; i prezzi relativi di elenco comprendono sempre le spese, percentuali ed accessorie, compresi gli oneri tutti per la sicurezza e ogni onere e spesa, nessuna eccettuata, nonché il beneficio per l'Impresa.

Le frazioni di giornata verranno valutate a ore e a mezze ore.

I prezzi delle merci per lavori in economia si applicheranno unicamente alla mano d'opera fornita dall'Impresa, in seguito ad ordine dell'Ufficio del Direttore dei Lavori.

## **Capo Terzo**

### **MATERIALI PER LAVORAZIONI SPECIALI**

**ART. 88**  
**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito indicati:

**a) Additivi e leganti additivati premiscelati per impasti cementizi**

- a1) Additivi fluidificanti, areanti, ritardanti, acceleranti, antigelo, superfluidificanti ed agenti espansivi per impasti cementizi: dovranno corrispondere alle prescrizioni delle norme UNI 7101, 7102, 7103, 7104, 7105, 7106, 7107, 7108, 7109, 8145, 8146, 8147, 8148.
- a2) Leganti idraulici additivati premiscelati in stabilimento: per la confezione di conglomerato cementizio di particolari caratteristiche - "reoplastici", a ritiro compensato, ecc. - potrà essere richiesto nella relativa voce di elenco prezzi l'impiego di legante già premiscelato a secco in stabilimento con tutti gli additivi necessari per dare le caratteristiche specificate nella suddetta voce di elenco. Legante ed additivi dovranno essere conformi a quanto specificato agli articoli 34b) e 34f1) ed essere dosati in quantità tali da conferire al conglomerato cementizio prodotto le caratteristiche tecniche richieste. Il legante premiscelato con gli additivi dovrà essere fornito in sacchi sui quali siano indicate chiaramente le caratteristiche ed il contenuto in peso di legante idraulico nonché le modalità d'impiego consigliate dalla ditta fornitrice.

**b) Malte e calcestruzzi a ritiro compensato: caratteristiche tecniche:**

- b1) Malta cementizia premiscelata espansiva
- resistenza alla compressione (determinata secondo DM 03.06.1968):
    - 24 ore  $\geq 20$  MPa
    - 28 giorni  $\geq 70$  MPa
  - resistenza alla trazione-flessione (determinata secondo DM 03.06.1968):
    - 24 ore  $\geq 4$  MPa
    - 28 giorni  $\geq 8$  MPa
  - ritiro: la malta dovrà presentare un'espansione contrastata determinata secondo UNI 8147 non inferiore a 0,03% a 7 giorni e dopo 28 giorni di stagionatura non minore del valore riscontrato a 7 gg;
  - essudazione:
    - il materiale dovrà essere esente da essudazione secondo le Norme ASTM C 232;
  - adesione al calcestruzzo a tre giorni: 2 MPa le prove di adesione si faranno su travetti 7x7x28 cm composti da un cuneo in calcestruzzo di cemento avente  $R_{ck} \geq 45$  N/mm<sup>2</sup> e stagionato almeno 28 giorni, con una faccia inclinata di 20 gradi.  
Quest'ultima verrà spazzolata con spazzola d'acciaio all'atto della sformatura e trattata con la mano d'attacco prevista in opera.  
Si procederà infine al completamento del travetto mediante colaggio della malta di ripristino.  
Il carico verrà applicato assialmente sulle due facce minori. La resistenza richiesta è quella di taglio sulla faccia inclinata;
  - le malte cementizie definite "resistenti ai solfati" dovranno essere confezionate solo con cemento ferrico avente un contenuto massimo di C3A del 3%.
- b2) Calcestruzzo "reoplastico" a ritiro compensato.  
Da confezionarsi con legante espansivo premiscelato.  
Rapporto acqua/cemento : non superiore a 0.38.  
Assenza di acqua essudata (misurata secondo ASTM C232).  
Aria totale occlusa 4% + o - 0.5.

Resistenza caratteristica a rottura per compressione

- 24 ore : superiore o uguale a 20 N/mm<sup>2</sup>
- 3 giorni : superiore o uguale a 35 N/mm<sup>2</sup>
- 7 giorni : superiore o uguale a 45 N/mm<sup>2</sup>
- 28 giorni : superiore o uguale a 55 N/mm<sup>2</sup>

Rif: UNI 6132-72.



Modulo di elasticità

- 28 giorni (E28): uguale a 25000. + o - 3000. N/mm<sup>2</sup>

Rif: le prove sono da condursi secondo UNI 6556.

Si intende qui per "modulo elastico" quello determinato dalla pendenza della secante al diagramma sforzi-deformazioni nella fase di scarico del ciclo corrispondente alla tensione massima di prova.

Resistenza a trazione per flessione

- 24 ore : superiore o uguale a 3.0 N/mm<sup>2</sup>

- 3 giorni : superiore o uguale a 4.2 N/mm<sup>2</sup>

- 7 giorni : superiore o uguale a 5.5 N/mm<sup>2</sup>

- 28 giorni : superiore o uguale a 6.5 N/mm<sup>2</sup>

Rif: UNI 6133-72.

Espansione contrastata

0.4/1000 a 7 giorni (misurata in conformità a UNI 8148) e non inferiore a questo valore a 28 giorni.

Adesione al supporto determinata per trazione diretta

- 28 giorni: superiore o uguale a 2.5 N/mm<sup>2</sup>

Rif: le prove sono da condursi per trazione diretta su provini del diametro di 50 mm.

Adesione al supporto determinata per taglio

- 7 giorni : superiore o uguale a 3.5 N/mm<sup>2</sup>

- 28 giorni : superiore o uguale a 5 N/mm<sup>2</sup>

Rif: le prove di adesione si faranno su travetti 7 \* 7 \* 28 cm composti da un cuneo in calcestruzzo di cemento con [Rck](#) superiore o uguale a 45. N/mm<sup>2</sup> e stagionato almeno 28 giorni, con una faccia inclinata di 20 gradi. Quest'ultima verrà spazzolata con una spazzola d'acciaio all'atto della sformatura e trattata con la mano d'attacco prevista in opera. Si procederà infine al completamento del travetto mediante collaggio del materiale di ripristino. Il carico verrà applicato assialmente sulle due facce minori. La resistenza richiesta è quella di taglio sulla faccia inclinata.

### **c) Malte cementizie predosate additivate con polimeri: caratteristiche tecniche**

c1) Malte aventi modulo elastico a 28 giorni (E28) compreso tra 22000 N/mm<sup>2</sup> e 28000. N/mm<sup>2</sup>

Resistenza a rottura per compressione

- 24 ore : superiore o uguale a 20. N/mm<sup>2</sup>

- 3 giorni : superiore o uguale a 35. N/mm<sup>2</sup>

- 7 giorni : superiore o uguale a 48. N/mm<sup>2</sup>

- 28 giorni : superiore o uguale a 55. N/mm<sup>2</sup>

Rif: D.M. 03.06.1968 (malte); UNI 6132-72 (betoncini e calcestruzzi).

Modulo di elasticità

- 24 ore : inferiore o uguale a 0.7 \* E28

- 3 giorni : inferiore o uguale a 0.8 \* E28

- 7 giorni : inferiore o uguale a 0.9 \* E28

- 28 giorni (E28) : uguale a 25000. + o - 3000. N/mm<sup>2</sup>

Rif: le prove sono da condursi secondo UNI 6556.

Si intende qui per "modulo elastico" quello determinato dalla pendenza della secante al diagramma sforzi-deformazioni nella fase di scarico del ciclo corrispondente alla tensione massima di prova.

Resistenza a trazione per flessione

- 24 ore : superiore o uguale a 3.2 N/mm<sup>2</sup>

- 3 giorni : superiore o uguale a 5.5 N/mm<sup>2</sup>

- 7 giorni : superiore o uguale a 8.5 N/mm<sup>2</sup>
- 28 giorni : superiore o uguale a 11.0 N/mm<sup>2</sup>

Rif: D.M. 03.06.1968 (malte); UNI 6133-72 (betoncini e calcestruzzi).

Adesione al supporto determinata per trazione diretta

- 3 giorni : superiore o uguale a 1.5 N/mm<sup>2</sup>
- 7 giorni : superiore o uguale a 2.3 N/mm<sup>2</sup>
- 28 giorni : superiore o uguale a 3.0 N/mm<sup>2</sup>

Rif: le prove sono da condursi per trazione diretta su provini del diametro di 50 mm.

Adesione al supporto determinata per taglio

- 24 ore : superiore o uguale a 1.5 N/mm<sup>2</sup>
- 3 giorni : superiore o uguale a 2.8 N/mm<sup>2</sup>
- 7 giorni : superiore o uguale a 4.2 N/mm<sup>2</sup>
- 28 giorni : superiore o uguale a 5.5 N/mm<sup>2</sup>

Rif: le prove di adesione si faranno su travetti 7 \* 7 \* 28 cm composti da un cuneo in calcestruzzo di cemento con [Rck](#) superiore o uguale a 45. N/mm<sup>2</sup> e stagionato almeno 28 giorni, con una faccia inclinata di 20 gradi. Quest'ultima verrà spazzolata con una spazzola d'acciaio all'atto della sformatura e trattata con la mano d'attacco prevista in opera. Si procederà infine al completamento del travetto mediante colaggio della malta di ripristino. Il carico verrà applicato assialmente sulle due facce minori. La resistenza richiesta è quella di taglio sulla faccia inclinata.

Coefficiente di dilatazione termica

Non differente più del 20% da quello del calcestruzzo di supporto.

c2) Malte aventi modulo elastico a 28 giorni (E28) compreso tra 7000 N/mm<sup>2</sup> e 13000. N/mm<sup>2</sup>

Resistenza a rottura per compressione

- 24 ore : superiore o uguale a 7.5 N/mm<sup>2</sup>
- 3 giorni : superiore o uguale a 15 N/mm<sup>2</sup>
- 7 giorni : superiore o uguale a 20 N/mm<sup>2</sup>
- 28 giorni : superiore o uguale a 23 N/mm<sup>2</sup>

Rif: D.M. 03.06.1968 (malte); UNI 6132-72 (betoncini e calcestruzzi).

Modulo di elasticità

- 28 giorni (E28): uguale a 10000. + o - 3000. N/mm<sup>2</sup>

Rif: le prove sono da condursi secondo UNI 6556.

Si intende qui per "modulo elastico" quello determinato dalla pendenza della secante al diagramma sforzi-deformazioni nella fase di scarico del ciclo corrispondente alla tensione massima di prova.

Resistenza a trazione per flessione

- 24 ore : superiore o uguale a 1.5 N/mm<sup>2</sup>
- 3 giorni : superiore o uguale a 3.0 N/mm<sup>2</sup>
- 7 giorni : superiore o uguale a 4.5 N/mm<sup>2</sup>
- 28 giorni : superiore o uguale a 6.0 N/mm<sup>2</sup>

Rif: D.M. 03.06.1968 (malte); UNI 6133-72 (betoncini e calcestruzzi).

Adesione al supporto determinata per trazione diretta

- 3 giorni : superiore o uguale a 1.5 N/mm<sup>2</sup>

- 7 giorni : superiore o uguale a 2.2 N/mm<sup>2</sup>
- 28 giorni : superiore o uguale a 2.5 N/mm<sup>2</sup>

Rif: le prove sono da condursi per trazione diretta su provini del diametro di 50 mm.

Adesione al supporto determinata per taglio

- 24 ore : superiore o uguale a 1.5 N/mm<sup>2</sup>
- 3 giorni : superiore o uguale a 2.8 N/mm<sup>2</sup>
- 7 giorni : superiore o uguale a 4.0 N/mm<sup>2</sup>
- 28 giorni : superiore o uguale a 4.5 N/mm<sup>2</sup>

Rif: le prove di adesione si faranno su travetti 7 \* 7 \* 28 cm composti da un cuneo in calcestruzzo di cemento con Rck superiore o uguale a 45. N/mm<sup>2</sup> e stagionato almeno 28 giorni, con una faccia inclinata di 20 gradi. Quest'ultima verrà spazzolata con una spazzola d'acciaio all'atto della sformatura e trattata con la mano d'attacco prevista in opera. Si procederà infine al completamento del travetto mediante colaggio della malta di ripristino.

Il carico verrà applicato assialmente sulle due facce minori. La resistenza richiesta è quella di taglio sulla faccia inclinata.

Coefficiente di dilatazione termica

Non differente più del 20% da quello del calcestruzzo di supporto

**d) Materiali metallici: saranno esenti da scorie, soffiature, saldature e da qualsiasi altro difetto.**

d1) Acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 05.11.1971 n° 1086 (D.M. 14.02.1992 e successivi aggiornamenti).

I cavi per precompressione del tipo "UNBONDED", costituiti da trefoli ricoperti di un film continuo di grasso o di altro materiale - che deve assicurare una protezione durevole contro la corrosione - ed inguainati con un tubo a base di polietilene o polipropilene dello spessore minimo di mm 1,0 - applicato sul trefolo per estrusione - devono soddisfare alle ACI 423.3R-83 "Recommendations for Concrete Members prestressed with unbonded tendons" dell'American Concrete Institute.

d2) 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 minimo 2/10 mm.

d3) Acciai inossidabili: la composizione e le caratteristiche meccaniche dei vari tipi di acciaio impiegati devono corrispondere ai valori fissati dagli standard AISI (American Iron Steel Institute) c/o ACI (Alloy Casting Institute).

d4) Acciaio per apparecchi d'appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 05.11.1971 n° 1086 (D.M. 14.02.1992 e successivi aggiornamenti).

**e) Materiali epossidici:**

e1) Pasta collante o stucco epossidico per l'allettamento e/o l'ancoraggio e/o l'incollaggio di elementi strutturali di calcestruzzo prefabbricato o metallici di apparecchi di appoggio, per la messa in opera di tubetti-valvola per l'iniezione dei cavi di precompressione, per la sigillatura di fessure o di giunti, ecc.; caratteristiche tecniche:

- peso specifico UNI 7092 c.a. kg/dmc 1,6-1,8
- rapporto di miscela da confezionare secondo scheda tecnica
- vita utile ASTM C881
 

5°C	2 ore
15°C	70 minuti
22°C	1 ora
30°C	30 minuti

- tempo di presa ASTM C308	5°C 15°C 22°C 30°C	10 ore 5 ore 3 ore 2 ore
- temperatura minima di indurimento		+5°C
- resistenza a compressione UNI 4279		>= 65 MPa
- resistenza a trazione UNI 5819-66		>= 20 MPa
- resistenza a flessotrazione UNI 7219		>= 35 MPa
- forza di adesione al calcestruzzo UNI 8298/1 Adhesion test (rottura nel supporto di cls)		>= 3 MPa
- forza di adesione al metallo ASTM D 1002		>= 9 MPa
- ritiro lineare cm/cm ASTM D 2566		ca. 0,001
- modulo elastico a compressione UNI 4279		ca. 3000 MPa
- coefficiente di dilatazione termica X 10 <sup>-6</sup> UNI 6061		ca. 19 cm/cm/°C
- penetrazione cloruri UNI 7928		NULLA

I valori della vita utile e il tempo di presa indicati sopra potranno essere variati dalla Direzione Lavori.

e2) Adesivo strutturale epossidico per il collegamento tra conglomerato cementizio fresco e stagionato; dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- peso specifico UNI 7092		ca. 1,3 kg/dmc
- rapporto di miscela		da confezionare secondo scheda tecnica
- vita utile ASTM C881	5°C 15°C 22°C 30°C	4 ore 3 ore 1,5 ore 1 ora
- tempo di presa	5°C 15°C 22°C 30°C	16 ore 10 ore 8 ore 4 ore
- viscosità a 22°C ASTM D2393		2000 cps. +- 500
- temperatura minima di indurimento	3°C	
- resistenza a compressione UNI 4279		>= 90 MPa
- resistenza a trazione UNI 5819-66		>= 40 MPa
- resistenza a flessotrazione UNI 4274		>= 50 MPa

- forza di adesione al calcestruzzo UNI 8298/1 (rottura nel supporto di cls)	>= 3 MPa
- forza di adesione al metallo ASTM D1002	>= 9,5 MPa
- modulo elastico a compressione UNI 4279	>= 3000 MPa
- ritiro lineare cm/cm ASTM D2566	ca. 0,0013
- coefficiente di dilatazione termica X 10 <sup>-6</sup> UNI 6061	ca. 20 cm/cm/ C

I valori della vita utile e il tempo di presa indicati sopra potranno essere variati dalla Direzione Lavori.

e3) Sistema epossidico bicomponente per iniezioni di guaine, microfessure o cavità interne nelle strutture; caratteristiche tecniche:

- peso specifico UNI 7092	1 - 1,1 kg/dmc
- rapporto di miscela	da confezionare secondo scheda tecnica
- vita utile ASTM C881	5°C 1-2 ore 15°C 35-90 minuti 22°C 20-60 minuti 30°C 10-35 minuti
- tempo di presa ASTM C308	5°C 7-16 ore 15°C 4-10 ore 22°C 3-6 ore 30°C 2-3 ore
- viscosità a 22°C	50-300 cps.
- temperatura minima di indurimento	+5°C
- allungamento	3-4%
- assorbimento H2O UNI 7699	<= 0,3%
- penetrazione cloruri UNI 7928	NULLA
- modulo elastico a compressione UNI 4279	<= 3000 MPa
- resistenza a compressione UNI 4279	>= 55 MPa
- resistenza a trazione UNI 5819-66	>= 35 MPa
- resistenza a flessotrazione UNI 7219	>= 45 Mpa
- forza di adesione al metallo ASTM D 1002	>= 9 MPa
- forza di adesione al calcestruzzo UNI 8298/1	>= 3 MPa
- ritiro lineare cm/cm ASTM D2566	ca. 0,0013
- coefficiente di dilatazione termica X 10 <sup>-6</sup> UNI 6061	ca. 19 cm/cm/°C

- comportamento in presenza d'acqua: l'eventuale presenza di acqua non dovrà costituire impedimento alla policondensazione della miscela;
  - protezione chimica dei ferri di armatura: la miscela dovrà avere un Ph basico compreso tra 10,5 e 12,5.
- e4) Malta a base di resine epossidiche per rifacimenti, livellamenti, spessorazioni, formazione di baggioli, ecc.; costituita da tre elementi: resina, induritore e inerti silicei di appropriata granulometria preventivamente approvata dalla D.L.; caratteristiche tecniche:
- peso specifico UNI 7092 1,7 - 2,0 kg/dmc
  - vita utile ASTM C881 1,5-3 ore
    - 5°C 1-2 ore
    - 10°C 20 minuti - 1 ora
    - 20°C 10-25 minuti
    - 30°C
  - temperatura minima di indurimento 5°C
  - ritiro UNI 6687 0,005%
  - resistenza a compressione D.M. VI-'68 >= 100 MPa
  - modulo elastico a compressione UNI 6556 ca. 20000 MPa
  - resistenza a flessotrazione D.M. VI-'68 >= 30 MPa
  - forza di adesione al calcestruzzo (rottura nel supporto di cls) >= 3 MPa
  - penetrazione cloruri UNI 7928 NULLA
  - assorbimento H2O UNI 7699 < 0,3% in peso

#### f) Vernici protettive

- f1) Materiali elastomerici per protezione delle superfici di conglomerato cementizio costituiti da: primer sintetico con catalizzatori flessostabilizzanti e da una mano di rivestimento impermeabile avente le seguenti caratteristiche tecniche:
- peso specifico 1,3 sul prodotto miscelato
  - residuo secco 65%
  - allungamento a rottura a +20°C 450% minimo  
a -10°C 250% minimo
  - trasmissione di vapore acqueo (WVT secondo ASTM E 96 - 80) 0,040 mg, cmq, mm 24h
  - infiammabilità autoestinguente
  - invecchiamento accelerato (2000 h weather-o-meter) buono, opacizzazione superficiale
  - temperatura di esercizio da -35°C a +90°C
  - nebbia salina (secondo ASTM 96 - 80 per 100 h) non si devono riscontrare variazioni delle caratteristiche meccaniche

f2) Rivestimenti minerali a base di silicati per protezione delle superfici di conglomerato cementizio. La soluzione chimica da applicare al calcestruzzo deve contenere esclusivamente prodotti inorganici a base di acido silicico, i quali, reagendo con i componenti del calcestruzzo, originano silicati di calcio ed ossidi di silicio, strutturalmente integrati nel calcestruzzo stesso.

Le prove di assorbimento d'acqua, eseguite secondo le Norme DIN 1048 su campioni di calcestruzzo tal quale e trattato con il rivestimento minerale, dopo 48 ore di esposizione a pressione di 1 kg/cm<sup>2</sup> e 48 ore a 3 kg/cm<sup>2</sup>, devono dimostrare una riduzione di almeno 5 volte dell'acqua assorbita dal campione trattato rispetto a quella assorbita dal campione tal quale.

f3) Vernice monocomponente a base di resine metacriliche in solvente; caratteristiche tecniche:

- permeabilità al vapore acqueo (determinata secondo DIN 53122) di uno spessore di vernice = 80 µm  $\geq$  25 g/mq in 24 ore
- resistenza alla diffusione dell'anidride carbonica (determinata come specificata nel seguito) di uno spessore di vernice = 80 µm  $\geq$  di uno strato d'aria spesso 120 m
- adesione (adhesion test)  $\geq$  3 Mpa

Nelle prove di laboratorio i supporti saranno costituiti da travetti 4x4x16 cm di calcestruzzo di cemento dosato a 500 kg/mc - Dmax 20 mm curva di fuller; A/C 0,45 - 0,50.

Se il distacco nella prova di trazione avviene per rottura del calcestruzzo, cioè la forza di adesione del rivestimento risulta superiore alla forza di coesione dello strato superficiale del calcestruzzo stesso, la prova sarà ritenuta ugualmente valida.

- resistenza all'abrasione (determinata mediante "taber abraster", con mola tipo CS 10):  
dopo 1000 giri con carico di 1 kg  $\leq$  10 mg

- resistenza agli agenti atmosferici.

Il rivestimento applicato secondo le modalità prescritte dalla casa produttrice su un supporto in calcestruzzo, del tipo specificato in precedenza, verrà sottoposto ad invecchiamento artificiale.

Dopo l'esposizione il rivestimento non dovrà presentare formazione di microfessure, sfarinamento o affioramento di pigmenti o cariche. Per l'invecchiamento artificiale è previsto un ciclo della seguente composizione:

Agente aggressivo	Durata	Temperatura
Radiazione ultravioletta	40 H	60 C
Immersione in soluzione satura di CaCl <sub>2</sub> e CaSO <sub>4</sub> al 0,2%	80 H	10 C
Gelo (dopo lavaggio in acqua per eliminare il CaCl <sub>2</sub> )	80 H	-15 C
Radiazione ultravioletta	40 H	60 C
Camera all'ozono	40 H	25 C
Gelo	40 H	-15 C
Radiazione ultravioletta	40 H	60 C
Immersione in soluzione satura di CaCl <sub>2</sub> e CaSO <sub>4</sub> al 0,2%	80 H	10 C

Dopo questo ciclo di invecchiamento artificiale, le caratteristiche tecniche della vernice soprariportate potranno subire un peggioramento non superiore al 10%.

Descrizione del metodo di misurazione della resistenza alla diffusione verso il biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>): è una grandezza priva di dimensione ed indica di quante volte il rivestimento considerato è più impermeabile verso il CO<sub>2</sub> rispetto ad uno strato d'aria dello stesso spessore.

Dalle pellicole di vernice preparate saranno ritagliati dischi circolari con diametro mm 90. Applicando il metodo della colata a caldo e con impiego di uno speciale preparato di cera, questi provini verranno fissati su bacinelle di alluminio nelle quali prima è stato versato un granulato di amianto sodico come mezzo di assorbimento del CO<sub>2</sub>.

I provini così preparati verranno introdotti in un essiccatore dotato di agitatore d'aria, con la superficie del fondo ricoperta con pentossido di fosforo per un totale assorbimento dell'umidità. Attraverso il tubo laterale dell'essiccatore verrà introdotta una miscela di gas preventivamente messa a punto e composta per 9 parti di aria sintetica ed una parte di CO<sub>2</sub>.

L'introduzione di questa miscela di gas già essicata sarà fatta mediante un tubo flessibile fino a toccare la superficie del fondo. Da una seconda apertura praticata al tubo laterale verrà estratto il gas usato.

In tale modo i film del rivestimento fissati sulle bacinelle di metallo leggero verranno a trovarsi in una caduta parziale di pressione per CO<sub>2</sub> il cui gradiente si forma dalla differenza di concentrazione del CO<sub>2</sub> e dallo spessore dei dischi di prova. La concentrazione di CO<sub>2</sub> NELLA MISCELA GASSOSA introdotta ammonta a 1/10 parte volume, all'interno della bacinella di metallo leggero non è presente biossido di carbonio.

Ad intervalli di tempo stabiliti le bacinelle verranno tolte dall'essiccatore per breve tempo e pesate. Sulla base dell'incremento del peso può essere accertata la quantità di CO<sub>2</sub> in fase di diffusione per unità di superficie e di tempo.

Con l'inserimento di questa densità quantitativa di flusso nell'equazione

$$u = DL/c / Js.s$$

verrà calcolato il coefficiente di resistenza alla diffusione descritto all'inizio, essendo:

/ u = Coefficiente di resistenza alla diffusione (-)

DL = Coefficiente di diffusione nell'aria di CO<sub>2</sub> (mq/s)

/c/ = Valore della differenza di concentrazione del biossido di carbonio nell'aria (kg.mc)

Js = Densità quantitativa del flusso di biossido di carbonio misurata (kg/mq.s)

s = Spessore dello strato di permeazione (m)

## **j) Conglomerati e malte polimeriche**

j1) Malta polimerica a basso modulo elastico

- resistenza a rottura determinata su un prelievo di 3 provini prismatici 40x40x160 mm in analogia a quanto stabilito dal D.M. 03/06/68; valori medi a 10°C; a flessione-trazione non inferiore 10 N/mm<sup>2</sup>;
- modulo elastico determinato secondo UNI 6556: non superiore a 3000 N/mm<sup>2</sup>;
- adesione al calcestruzzo misurato allo strappo in conformità alle norme DINISO 4624: non inferiore a 2 N/mm<sup>2</sup>;
- resistenza a cicli di gelo e disgelo determinata secondo la norma RILEM CDC/2 in presenza di soluzioni saline: dopo 50 cicli, perdita di peso media in superficie non superiore a 0,05 mg/mm<sup>2</sup>;
- resistenza all'abrasione determinata con getto di sabbia secondo l'art. 6 del Decreto 2234 del 16.01.1940: non superiore a 2 mg/mm<sup>2</sup>;
- assorbimento d'acqua determinato in analogia alla UNI 7699 su provino prismatico 40x40x160 mm: non superiore allo 0,3% in peso;
- penetrazione dello ione cloruro misurato in conformità alla norma UNI 7928 su un provino di calcestruzzo rivestito con uno spessore di mm 10 di malta polimerica: nulla dopo 200 ore.

j2) Conglomerato polimerico

Dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- resistenza a rottura determinata su un prelievo di 3 provini prismatici 40x40x160 mm in analogia a quanto stabilito dal D.M. 03.06.1968; valori medi a 10°C: a flessione-trazione non inferiore a 10 N/mm<sup>2</sup>;
- resistenza all'urto determinata per caduta di una sfera d'acciaio del peso di kg 1, da un'altezza di cm 30, su una piastra quadrata di conglomerato polimerico di lato cm 25 e spessore cm 3 appoggiata su un letto di sabbia (vedi pagina 558 dell'A.C.I. Journal" del novembre 1984): non inferiore a 400 colpi;
- adesione al calcestruzzo misurata in conformità alla B.S. 6319 parte 4 non inferiore a 5 N/mm<sup>2</sup>;
- resistenza a cicli di gelo e disgelo determinata secondo la norma RILEM superficie non superiore a 0,10 mg/mm<sup>2</sup>;



- resistenza all'abrasione determinata con getto di sabbia secondo l'art. 6 del Decreto 2234 del 16.01.1940: non superiore a 3 mg/mmq;
- assorbimento d'acqua determinato in analogia alla UNI 7699 su provino prismatico 40x40x160 mm: non superiore allo 0,5% in peso;
- coefficiente di dilatazione termica: media tra -20 C e +45 C non superiore a  $2,5 \cdot 10^{-5} 1/C$ .

j3) Prodotto impregnante sintetico bicomponente a base acrilica per il consolidamento del supporto di calcestruzzo ai rivestimenti di cui ai precedenti art. j1) e j2). Dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- peso specifico		ca. 1,1 kg/dmc
- vita utile	5°C	0,4 ore
	15°C	0,3 ore
- viscosità a	22°C	50 cps.
- temperatura minima di indurimento		0°C
- resistenza a compressione UNI 4279		$\geq 70$ MPa
- resistenza a trazione UNI 5819-66		$\geq 30$ MPa
- forza di adesione al calcestruzzo ASTM D 1002		$\geq 4$ MPa
- coefficiente di dilatazione termica $\times 10^{-6}$		ca. 20 cm/cm/°C

I valori della vita utile e il tempo di presa indicati sopra potranno essere variati dalla Direzione Lavori.

j4) Calcestruzzi impregnati con isobutiltrimetossisilano puro  
Lo strato corticale di calcestruzzo impregnato con isobutiltrimetossisilano, dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- resistenza a cicli di gelo e disgelo in presenza di soluzioni saline, determinata secondo la norma RILEM/CDC su 3 provini cilindrici estratti dal manufatto di diametro 100 mm, chiusi lateralmente da manicotto impermeabile in modo da testare unicamente la superficie superiore: perdita dopo 50 cicli non superiore a 0,3 mg/mmq;
- penetrazione da parte dello ione cloruro misurata in conformità alla norma UNI 7928 su 3 provini estratti dal manufatto e testati sulla superficie trattata. Dopo 200 ore non superiore a 190 mg di Cl- / kg di campione;
- assorbimento d'acqua, determinato in analogia alla norma UNI 7699 su un provino cilindrico estratto dal manufatto trattato, di diametro 100 mm e di altezza 60 mm, impermeabilizzato con resina epossidica sulle facce laterali ed inferiore. Dopo 7 giorni non superiore allo 0,5%.

#### **g) Calcestruzzi impregnanti con polimeri**

g1) Manufatti prefabbricati in calcestruzzo impregnato integralmente con polimeri (P.I.C.); devono soddisfare ai seguenti requisiti:

- assorbimento acqua determinato in analogia a UNI 7699 su provino cilindrico di diametro mm 100 e di altezza mm 25  $\leq 1,5\%$  in peso;
- resistenza a compressione media (su provino 4x4 cm in analogia a D.M. 03.06.1968)  $\geq 90$  MPa
- resistenza a flessotrazione media (su provino 4x4x16 cm in analogia a D.M. 03.06.1968)  $\geq 14$  MPa
- resistenza a cicli di gelo e disgelo in presenza di sali (3% Ca Cl<sub>2</sub>) determinata secondo RILEM/CDC 2: dopo 50 cicli perdita in peso media in superficie  $\leq 0,9$  mg/mmq, profondità massima di scagliatura  $\leq 1$  mm, percentuale della superficie scagliata  $\leq 25\%$

g2) Calcestruzzo impregnato corticalmente con polimeri.

Lo strato corticale di calcestruzzo impregnato, di spessore non inferiore a 20 mm, dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- assorbimento di acqua, determinato in analogia alla UNI 7699 su un provino cilindrico estratto dal manufatto impregnato, di diametro mm 100 e di altezza mm 60, impermeabilizzato con resina epossidica sulle facce laterali ed inferiore: non superiore all'1,5% in peso;
- porosità residua determinata con porosimetro a mercurio con pressione massima applicata di 1000 atm: non superiore al 4% in volume;

- resistenza a cicli di gelo e disgelo in presenza di soluzioni saline determinata secondo la norma RILEM/CDC 2 su un provino cilindrico di diametro mm 100 estratto dal manufatto impregnato, chiuso lateralmente con manicotto: dopo 50 cicli, perdita di peso media in superficie non superiore a 0,9 mg/mm<sup>2</sup> e profondità massima di scagliatura non superiore a 1 mm;
- resistenza all'abrasione determinata con getto di sabbia, secondo l'art. 6 del Decreto 2234 del 16.01.1940, su una superficie circolare di diametro min 60 sulla faccia superiore di un provino cilindrico di diametro mm 100 estratto dal manufatto impregnato: non superiore a mg/mm<sup>2</sup> 4;
- contenuto minimo di polimeri: 2% in peso.

## h) Apparecchi d'appoggio

### h1) Materiali per apparecchi d'appoggio in acciaio-teflon.

Gli apparecchi d'appoggio devono essere costituiti in laminato **B 450 C**, ossia acciaio di tipo 1 secondo le norme di cui **Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008**

Le viti di ancoraggio inferiori devono essere del tipo a testa cilindrica con esagono incassato con materiale di classe 12k.

Le superfici di scorrimento devono essere rivestite con lamiera inox AISI 316 lucidata a specchio, dello spessore di 2 mm sia per le parti piane che per le calotte.

I pattini di scorrimento devono essere realizzati in teflon vergine Du Pont di primo impiego, senza aggiunta di materiale rigenerato o di additivi e prodotto per libero deposito e non addensato.

Le viti di fissaggio della guida di contrasto devono essere realizzate con materiale di classe 10k.

### h2) Rivestimento protettivo di apparecchi d'appoggio metallici.

Il rivestimento protettivo delle aree soggette ad aggressioni fotochimiche e chimiche dovrà essere realizzato con cicli di verniciatura composti da una prima mano di fondo antiruggine organico ricco di zinco (contenuto minimo di materiale anodico 82% in peso su residuo secco) per uno spessore medio di 40 micron, da una seconda mano di copertura a finire con vernice epossipoliamicca ad elevato contenuto di secco, per uno spessore medio di 70 micron e da maturazione in forno a 120 C per un minimo di 40 minuti; la preparazione delle superfici da proteggere, dovrà essere eseguita mediante cambiatura a metallo bianco SA3.

## i) Giunti di dilatazione ed impermeabilità.

Dovranno corrispondere a quanto specificato dalla relativa voce di elenco prezzi e dai disegni di progetto.

La ditta produttrice del giunto dovrà fornire un progetto dettagliato del giunto con indicazione di tutte le caratteristiche dei materiali e delle procedure di montaggio per l'approvazione da parte del progettista e della D.L.

## l) Neoprene per apparecchi d'appoggio o copriginanti

Dovranno avere le seguenti caratteristiche tecniche:

### l1) Proprietà meccaniche originali dell'elastomero:

- durezza Shore (gradi Shore A)	(CNR 10018/85)	= 50 ± 3
- resistenza a trazione (Mpa)	(CNR 10018/85)	>= 15,5
- allungamento a rottura (%)	(CNR 10018/85)	>= 450

### l2) Elasticità dell'appoggio:

- modulo di elasticità (statico) a compressione -2% defor. (Mpa)	(ASTM D-945-87)	= 5,7±0,5
- modulo di elasticità (statico) a compressione -5% defor. (Mpa)	(ASTM D-945-87)	= 4,8±0,5
- deformazione ai carichi d'esercizio delta H (mm) H teor. +20%	(CNR 10018/85)	= delta
- modulo di elasticità tangenziale le "G" a 20 C (Mpa)	(CNR 10018/85)	= 0,7±0,1

13)	Proprietà alle basse temperature:		
	- punto di infragilimento (°C)	(UNI 7320)	<= -45
	- elasticità Shore A - 45°C (unità Shore)		>= 20
	- variazione modulo "G" a -35 C (%)	<= 90	
14)	Invecchiamento artificiale in stufa:		
	- variazione di durezza (gradi Shore A) 28 gg. -70°C	(ASTM D-573)	<= +3
	- variazione carico di rottura a trazione (%) 28 gg. -70°C	(ASTM D-573)	<= ±15
	- variazione allungamento a rottura (%) 28 gg. -70°C	(ASTM D-573)	<= -15
	- variazione di durezza (gradi Shore A) 70 h - 100°C	(ASTM D-573)	<= +10
	- variazione carico di rottura a trazione (%) 70 h - 100°C	(ASTM D-573)	<= ±15
	- variazione allungamento a rottura (%) 70 h - 100°C	(ASTM D-573)	<= -15
15)	Altre prove di invecchiamento:		
	- compression set -50% defor. -22 h -70°C (DPAC %)	(ASTM D-395 "B")	<= 15
	- compression set -50% defor. -70 h -100°C (DPAC %)	(ASTM D-395 "B")	<= 45
	- carico di lacerazione (kg/cm di spessore)	(ASTM D-624-Provv.C)	>= 30
	- prova in bomb. ad ossigeno (21 kg/cmq -70°C -96 h)	(Capitolato FF.SS.)	
	- variazione di durezza (gradi Shore A)	(Capitolato FF.SS.)	<= +10
	- variazione carico di rottura a trazione (%)	(Capitolato FF.SS.)	<= +-15
	- variazione allungamento a rottura (%)	(Capitolato FF.SS.)	<= -15
	- ozone test (5-10 <sup>-5</sup> % in aria in volume -20% defor. -40 C - 500 h)	(CNR 10018/85)	nessuna incrin.
16)	Prove sull'acciaio:		
	- carico di snervamento (N/mm <sup>2</sup> )	(UNI EN 10002/1)	>= 240
	- carico di rottura (N/mm <sup>2</sup> )	(UNI EN 10002/1)	>= 420
	- allungamento a rottura (%)	(UNI EN 10002/1)	>= 23
17)	Tolleranze dimensionali:		
	- sulla dimensione a (mm)	(CNR 10018/85)	= -0+5
	- sulla dimensione b (mm)	(CNR 10018/85)	= -0+5
	- sullo spessore del singolo strato di gomma S (mm)	(CNR 10018/85)	= 0,3
	- sullo spessore totale h (mm)	(CNR 10018/85)	+-(0,5-1,1)

**m) Laminati in poliestere rinforzati con fibre di vetro ed armate con nylon; devono avere le seguenti caratteristiche:**

- inalterabilità e stabilità alle alte e basse

temperature	da -40 a +140 C
- peso specifico	c.a. g/cmc 1,40 (ASTM D 792)
- coefficiente dilatazione termica lineare	ca. $2,7 \times 10^{-5}$ cm/cm °C (ASTM D 696)
- assorbimento d'acqua	$\leq$ mg/cmq 0,25% (ASTM D 570)
- durezza Rockwell	$\geq$ E 91 (ASTM D 785)
- resistenza alla compressione	$\geq$ MPa 200 kg/cmq 2200 (ASTM D 695)
- resistenza alla trazione	$\geq$ MPa 70 kg/cmq 760 (ASTM D 638)
- resistenza alla flessione	$\geq$ MPa 120 kg/cmq 1400 (ASTM D 790)
- trasmissione di calore-coefficiente K	ca. 5 Kcal/mq h °C
- infiammabilità	$\leq$ 4,5 cm/min. (secondo la norma ASTM D 635)
- resistenza agli agenti chimici: resistente a acido nitrico 10%; acido solforico 30%; acido cloridrico 10%; idrato di sodio 60%; carbonato di sodio 20%; acido acetico 8%; alcool etilico 93%; toluolo 25%; benzolo 30%; solfuro di carbonio 30%	

**n) Poliuretano espanso a cellule chiuse per isolamento termico; caratteristiche tecniche del polimero:**

- densità media	$\geq$ 30 kg/mc
- celle chiuse	$\geq$ 90%
- resistenza a compressione: senso parallelo alla crescita	$\geq$ 0,20 MPa
senso perpendicolare alla crescita	$\geq$ 0,12 MPa
- stabilità dimensionale: (variazione lineare %) dopo 24 h a +100 C	$\leq$ +1,5%
dopo 24 h a -20 C	$\leq$ -1,0%
- conducibilità termica	$\leq$ 0,020 Kcal/m h °C
- resistenza all'infiammabilità	autoestinguente

**o) Guaine impermeabilizzanti tipo "HYPALON"; i laminati devono avere le seguenti caratteristiche:**

- deformazione per sollecitazione (2) a temperatura ambiente, allungamento a 7,4 Mpa	$\geq$ 400
- a -10°C allungamento, % a 17,8 Mpa	$\geq$ 200
- resistenza alla lacerazione (ASTM D 624, provino C) Mpa	$>$ 27
- permeabilità all'umidità (ASTM E 96-80 T, metodo E) g/24h/mq	$\leq$ 15,4
- resistenza all'ozono -3ppm,	

- 20% di allungamento, 38°C                      nessuna screpolatura dopo 400 h
- resistenza agli agenti atmosferici, (5) 5000 h,  
nel Weather-O-Meter:  
screpolatura    nessuna  
formaz. di macchie bianche                      nessuna
- resistenza alla fiamma:  
BS 2782, sezione 508A                              autoestinguente  
BS 476, parte 3    valutazione F.AA.

**p) Tessuto non tessuto; deve soddisfare ai seguenti requisiti in funzione:**

- punto di rammollimento                               $\geq 150^{\circ}\text{C}$
- punto di fusione     $\geq 165^{\circ}\text{C}$
- caratteristiche meccaniche in funzione del peso:
- |  |     |      |      |      |
|--|-----|------|------|------|
| - peso (gr/mq)   | 200 | 300  | 400  | 500  |
| - carico di rottura min<br>(UNI 8639-84) Mpa           | 4,0 | 7,0  | 11   | 15   |
| - allungamento min<br>(UNI 8639-84)%                   | 60  | 65   | 70   | 70   |
| - trazione GRAB min (UNI 5419)<br>Mpa                  | 4,8 | 7,5  | 11,5 | 15,5 |
| - allungamento min<br>(UNI 5419) %                     | 75  | 80   | 90   | 90   |
| - perforazione PRESTOZ (N)<br>(sfera mm 20) (UNI 5421) | 750 | 1000 | 1500 | 2350 |

**q) Conglomerati bituminosi additivati con resine epossidiche**

Caratteristiche tecniche del legante bicomponente asfalto-resine epossidiche, dopo 4 ore di stagionatura a 120°C:

- resistenza a trazione a 23 C (ASTM D 412)                               $\geq 3 \text{ MN/mq}$   
- allungamento a rottura (ASTM D 412)                               $\geq 250\%$   
- stabilità termica a 300°C: non dà esalazioni o non si disintegra entro 31.  
Dopo immersione in olio idraulico per 7 giorni:  
- resistenza a trazione a 23 C (ASTM D 412)                               $\geq 2,5 \text{ MN/mq}$   
- allungamento a rottura (ASTM D 412)                               $\geq 200\%$   
- aumento di peso     $\leq 1,2\%$
- Caratteristiche tecniche della miscela legante-aggregati:
- stabilità Marshall     $\geq 40 \text{ Kn}$   
- scorrimento Marshall     $\leq 4 \text{ mm}$   
- quoziente Marshall     $\geq 10$   
- stabilità Duriez a 18°C     $\geq 250$   
- stabilità Duriez a 50°C     $\geq 80$

**r) Massa bituminosa elastomerica "tampone" per giunti**

**Caratteristiche tecniche**

- punto di rammollimento P.A.(secondo ASTM D36-66)                      95-105°C
- penetrazione DOW a 25°C                      (secondo ASTM D5-65)                      35- 40°C
- penetrazione DOW a 46°C                      (secondo ASTM D5-65)                      75- 80°C

- viscosità dinamica (metodo Brookfield):	
a 150 C girante 5 velocità 10	14.000-16.000 cps
a 190 C girante 5 velocità 10	2.500-3.500 cps
- indice di penetrazione	+5,8
- resistenza a trazione	25 gr/mm <sup>2</sup>
- allungamento percentuale a rottura	1.500%

### s) Impermeabilizzazione di impalcati

s1) Con mastici di asfalto sintetico, caratteristiche tecniche dei materiali:

- Legante: dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40/50 e Trinidad Epurè in rapporto minimo di 5 a 1 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 D.L. I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione. Il legante sarà dosato in ragione del 15-19% in peso sulla miscela di inerti (corrispondenti al 13-16% in peso sulla miscela finale), compreso il bitume contenuto nel filler asfaltico. Il bitume 40/50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra -1 e +1 calcolato secondo la formula:

$$IP = 20u - 500v/u + 50v$$

in cui

$$v = \log 800 - \log \text{Penetrazione a } 25^{\circ}\text{C}$$

$$u = \text{temperatura di P. e A. } (^{\circ}\text{C}) - 25.$$

- Filler: dovrà essere passante totalmente al setaccio 0,18 UNI (ASTM n. 80) e per il 90% al setaccio 0,075 UNI (ASTM n. 200) (granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30-35% in peso sulla miscela di inerti. Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela bitume 40/50/filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, dovrà avere un punto di rammollimento P. e A. di almeno 15 C superiore a quello del bitume puro.
- Sabbia: dovrà essere totalmente passante al setaccio 2,5 UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata da 0,075 a 2,5 mm (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0,075 UNI), contenuta per il 65-70% in peso sulla miscela di inerti.
- Miscela finale: la parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (v) compresa tra il 18 ed il 23%. Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre una eccedenza compresa tra il 5 ed il 7% ( $VB - v = 5-7$  in cui VB è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale). Il mastice completo, confezionato nel rispetto delle norme sopra esposte dovrà avere, nelle prove di laboratorio, un punto di rammollimento alla prova Wilhelmi (Norma DIN 1966) compreso tra 100 e 115 C. Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento od alla stesa potrà presentare valori compresi tra 100 e 130 C.

s2) Con guaine bituminose armate con non tessuti in poliestere.

Il manto impermeabile sarà realizzato con 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.

Le caratteristiche della massa bituminosa saranno le seguenti:

- punto di rammollimento P. e A.	: 130-140°C
- punto di rottura Frass	: -15°C
- penetrazione (con peso di 100 gr) a 25°C	: 20-30 dmm

L'armatura sarà costituita da tessuto "non tessuto" ottenuto a partire da fibre di poliestere ad alto titolo e tenacia, solidamente collegate tra di loro e termicamente stabilizzate. 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 inferiore a 250 C; inalterabilità all'azione anche prolungata di sali, alcali, acidi, idrocarburi ed all'azione dei microrganismi; perfetta adesione ed impregnabilità con le masse bituminose descritte in precedenza.

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 di miscele di butadieni (l'adesione del primer di attacco alla soletta non dovrà risultare inferiore a 2 kg/cm<sup>2</sup>). La viscosità del primer, misurata in "tazza" Ford 4 a 25 C, dovrà essere compresa tra 20 e 25 sec.

Il manto dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa e la compattazione su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 10 kg/cmq, in permeometro, a 60 C, per 5 ore anche nelle zone di giunto.

#### **t) Tubi e raccordi in p.v.c.**

Devono soddisfare alla Norme UNI EN 1401-1.

#### **u) Ancoraggi chimici**

Caratteristiche "chimico-fisiche" della resina bicomponente in epossidacrilato

- Peso specifico (20 C):  $\gamma_{8q} = 1.6 \text{ g/cm}^3$
- Forza di aderenza a rottura:  $\tau_{8t} = 6 \text{ N/mm}^2$  in cls R'ck 300
- Coefficiente di dilatazione termica:  $\alpha_{8a} = 20 \times 10^{-6}$
- Resistenza cubica a compressione: R'ck = 770 kg/cm<sup>2</sup>
- Modulo elastico a compressione: E = 590.000 kg/cm<sup>2</sup>

Le caratteristiche della resina sono le seguenti:

1. resistenza all'umidità e all'acqua
2. resistenza alle ciclicità termiche con temperature comprese tra -20°C e +40°C
3. resistenza alle alte temperature fino a 120-140°C
4. alta resistenza agli alcali e quindi perfetta compatibilità con il cls e le murature più comuni;
5. resistenza a carichi di natura statica, dinamica, a fatica.

#### **v) Cemento reoplastico espansivo utilizzato per la preparazione di boiacche per la cementazione di cavi di precompressione e/o tiranti precompressi; caratteristiche tecniche della boiacca indurita:**

- resistenza alla compressione (determinata secondo D.M. 3/6/68)

24 ore	$\geq 20 \text{ MPa}$
28 giorni	$\geq 80 \text{ MPa}$
- resistenza alla trazione-flessione (determinata secondo D.M. 3/6/68):

24 ore	$\geq 6 \text{ MPa}$
28 giorni	$\geq 9 \text{ MPa}$
- tempo di inizio presa > 3 ore, a 30 C e con tempo di passaggio al cono Marsh di 20 sec.
- ritiro:
  - la malta dovrà presentare un'espansione contrastata determinata secondo UNI 8147 non inferiore a 0,04% a 7 giorni e dopo 28 giorni di stagionatura non minore del valore riscontrato a 7 gg.
- essudazione:
  - il materiale dovrà essere esente da essudazione secondo le norme ASTM C 232;

**Capo Primo**  
**QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI**  
**MODO DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO A MISURA**  
**ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI**

Art. 1	- Qualità e provenienza dei materiali	pag. 3
Art. 2	- Prove dei materiali	pag. 21
Art. 3	- Movimenti di terre	pag. 21
Art. 4.a	- Strutture di sostegno in terra con l'aggiunta di altri materiali	pag. 30
Art. 4.b	- Terre rinforzate	pag. 33
Art. 5	- Demolizioni	pag. 35
Art. 6	- Palificate di fondazione	pag. 36
Art. 7	- Pali di sabbia	pag. 38
Art. 8	- Tiranti di ancoraggio	pag. 39
Art. 9	- Paratie subalvee	pag. 39
Art. 10	- Diaframmi a parete continua	pag. 40
Art. 11	- Fanghi bentonitici	pag. 40
Art. 12	- Fondazioni a pozzo	pag. 41
Art. 13	- Fondazioni con cassoni	pag. 41
Art. 14	- Malte	pag. 42
Art. 15	- Conglomerati cementizi semplici e armati (normali e precompressi)	pag. 43
Art. 16	- Costruzione dei volti	pag. 65
Art. 16.a	- Coperture a lastroni	pag. 66
Art. 17	- Conglomerato cementizio per copertine, cantonali, pezzi speciali, parapetti, ecc.	pag. 66
Art. 18	- Casseforme, armature, e centinature	pag. 67
Art. 19	- Murature di mattoni	pag. 67
Art. 20	- Murature di pietrame a secco	pag. 67
Art. 21	- Murature di pietrame a malta	pag. 68
Art. 22	- Murature di calcestruzzo con pietrame annegato (calcestruzzo ciclopico)	pag. 69
Art. 23	- Murature in pietra da taglio	pag. 69
Art. 24	- Intonaci e applicazioni protettive delle superfici in calcestruzzo	pag. 70
Art. 25	- Impermeabilizzazione dell'estradosso dei volti delle gallerie artificiali ed altri manufatti	pag. 70
Art. 26	- Cappe sui volti	pag. 72
Art. 27	- Strutture in acciaio	pag. 72
Art. 28	- Verniciature	pag. 74
Art. 29	- Acciaio per c.a. e c.a.p.	pag. 80
Art. 30	- Acquedotti e tombini tubolari	pag. 81
Art. 31	- Apparecchi d'appoggio	pag. 84
Art. 32	- Giunti di dilatazione	pag. 88
Art. 33	- Dispositivi per lo smaltimento delle acque dagli impalcati delle opere d'arte	pag. 89
Art. 34	- Lavori in sotterraneo	pag. 89
Art. 35	- Sovrastruttura stradale (strati di fondazione, di base, di collegamento e di usura. Trattamenti superficiali)	pag. 102
Art. 36	- Scarificazione di pavimentazioni esistenti	pag. 123
Art. 37	- Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature	pag. 123
Art. 38	- Conglomerati bituminosi a caldo rigenerati in impianto fisso e mobile	pag. 123
Art. 39	- Pavimentazione in cubetti di pietra	pag. 125
Art. 39.a	- Pavimentazioni diverse	pag. 126



Art. 39.b - Acciottolati e selciati	pag. 126
Art. 40 - Cordonata in conglomerato cementizio	pag. 127
Art. 41 - Elementi prefabbricati in conglomerato cementizio: canalette di scarico, mantellate di rivestimento scarpate, cunette e fossi di guardia	pag. 127
Art. 42 - Sistemazione con terreno coltivo delle aiuole	pag. 129
Art. 43 - Lavori di rivestimento vegetale - Opere in verde	pag. 129
Art. 44 - Protezione delle scarpate in roccia	pag. 135
Art. 45 - Consolidamento di scarpate mediante l'impiego di malta di cemento spruzzata	pag. 136
Art. 46 - Consolidamento di terreni mediante iniezioni di sostanze coesive	pag. 136
Art. 47 - Drenaggi	pag. 137
Art. 48 - Gabbionate	pag. 137
Art. 49 - Scogliere per la difesa del corpo stradale dalle erosioni delle acque	pag. 138
Art. 50 - Barriere di sicurezza in acciaio e parapetti metallici	pag. 138
Art. 51 - Barriere di sicurezza in conglomerato cementizio tipo "New Jersey"	pag. 140
Art. 51.a - Paracarri - indicatori chilometrici - termini di confine in pietra e barriere in cemento armato ed in acciaio."	pag. 140
Art. 51.b - Segnaletica	pag. 140
Art. 51.1. - Segnaletica Verticale e Orizzontale	pag. 141
Art. 51.1.a - Caratteristiche delle vernici spartitraffico	pag. 141
Art. 51.1.b - Esecuzione segnaletica orizzontale	pag. 142
Art. 51.1.c - Segnaletica verticale: caratteristiche costruttive dei segnali	pag. 142
Art. 51.1.d - Obblighi ed oneri specifici a carico dell'impresa	pag. 146
Art. 52 - Tubazioni in Polietilene alta densità per rete acquedotto	pag. 147
Art. 53 - Tubazioni in acciaio per rete gas metano	pag. 156

## **Capo Secondo**

### **NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

Art. 54 - Misurazione dei lavori	pag. 171
Art. 55 - Scavi - Rilevati	pag. 171
Art. 56 - Demolizione di murature e fabbricati	pag. 174
Art. 57 - Demolizione di sovrastruttura stradale	pag. 175
Art. 58 - Palancole tipo Larssen	pag. 175
Art. 59 - Ture provvisorie	pag. 175
Art. 60 - Diaframmi a parete continua	pag. 176
Art. 61 - Pali per fondazioni	pag. 176
Art. 62 - Fondazioni e contrafforti a pozzo	pag. 177
Art. 63 - Murature in genere e conglomerati cementizi	pag. 177
Art. 64 - Casseforme-Armature-Centature-Varo di travi prefabbricate	pag. 178
Art. 65 - Acciaio per strutture in c.a. e c.a.p.	pag. 179
Art. 66 - Manufatti in acciaio	pag. 180
Art. 67 - Acquedotti e tombini tubolari	pag. 180
Art. 68 - Intonaci e trattamenti protettivi - Smalti cementizi - Cappe d'asfalto - Impermeabilizzazioni	pag. 181
Art. 69 - Sovrastruttura stradale (strati di fondazione, di base, di collegamento e di usura)	pag. 181
Art. 70 - Pavimentazione in cubetti di pietra	pag. 181
Art. 71 - Trattamenti superficiali	pag. 182
Art. 72 - Lavori in sotterraneo	pag. 182
Art. 73 - Fondazioni a cassone	pag. 183
Art. 74 - Drenaggi	pag. 184
Art. 75.a - Vespai a tergo delle murature	pag. 184
Art. 75.b - 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 A corpo	pag. 184
Art. 76 - Cordonate in conglomerato cementizio	pag. 185
Art. 77 - Elementi prefabbricati in conglomerato cementizio: canalette di scarico, mantellate di rivestimento scarpate, cunette e fossi di guardia	pag. 185
Art. 78 - Sistemazione con terreno coltivo delle aiuole	pag. 185
Art. 79 - Lavori di rivestimento vegetale - Opere in verde	pag. 185
Art. 80 - Protezione delle scarpate in roccia	pag. 186
Art. 81 - Consolidamento di scarpate mediante l'impiego di malta di cemento spruzzata	pag. 186
Art. 82 - Consolidamento di terreni mediante iniezione di sostanze coesive	pag. 186
Art. 83 - Telo "geotessile" per strato anticontaminante, rinforzo e drenaggi	pag. 187
Art. 84 - Gabbionate	pag. 187
Art. 85 - Scogliere per la difesa del corpo stradale dalle erosioni delle acque	pag. 187
Art. 86 - Barriere di sicurezza in acciaio e parapetti metallici	pag. 187
Art. 86.a - Barriere di sicurezza in conglomerato cementizio tipo "New Jersey"	pag. 188
Art. 86.b - Paracarri- indicatori chilometrici -termini di confine	pag. 188
Art. 87 - Manodopera	pag. 188

### **Capo Terzo**

#### **MATERIALI PER LAVORAZIONI SPECIALI**

Art. 88 - Caratteristiche dei materiali	pag. 190
---	----------