



# PROVINCIA DI FORLÌ- CESENA

Piazza Morgagni, 9 – 47121 Forlì (FC)

Servizio Tecnico Infrastrutture Trasporti e Pianificazione Territoriale

Lavori di

## MANUTENZIONE STRAORDINARIA STRADE PROVINCIALI AREA FORLIVESE ANNO 2019

### *PRESCRIZIONI TECNICHE*

**Contratto a misura**

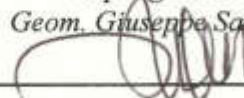
Forlì, MARZO 2019

  
\_\_\_\_\_  
IL DIRIGENTE  
Ing. Stefano Rastelli

*Il responsabile del procedimento*  
Ing. Gian Luca Rizzo

  
\_\_\_\_\_

*Il progettista*  
Geom. Giuseppe Saccone

  
\_\_\_\_\_

## **Titolo II – PARTE TECNICA**

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

#### **ART. 40**

#### **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 dei materiali in genere si richiamano espressamente le prescrizioni dell'articolo 15 del Capitolato Generale d'Appalto e, per la scelta ed accettazione dei materiali stessi, saranno a seconda dei casi applicabili le norme ufficiali in vigore e le direttive che la Direzione Lavori impartirà assumendo come significativo riferimento metodologico le migliori regole dell'arte e le prescrizioni di cui alle norme C.N.R., U.N.I. o altri Istituti Tecnici riconosciuti dalla legislazione in materie di Lavori Pubblici.

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

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

#### **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.

#### **B) Leganti Idraulici.**

Dovranno corrispondere alle caratteristiche tecniche ed ai requisiti dei leganti idraulici di cui alla legge 26 Maggio 1965 n° 595, come richiamato dal D.M. 14/1/2008.

##### **1) Cementi.**

I requisiti di accettazione e le modalità di prova dei cementi dovranno corrispondere alle indicazioni del Decreto Ministeriale 3 Giugno 1968, modificato e rettificato dai:

- D.M. Industria del 20/11/84;
- D.M. Industria del 09/03/88 n° 126;
- D.M. Industria del 13/09/93.

##### **2) Calci Idrauliche ed agglomerati cementizi.**

Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche di cui al D.M. 31/08/72 "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche".

#### **C) Calci Aeree - Pozzolane.**

Dovranno corrispondere al R.D. 16/11/1939, n° 2231 "Norme pr l'accettazione delle calci aeree" ed al R.D. 16/11/1939 n° 2230 "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico".

#### **D) Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per opere murarie (da impiegarsi nella formazione di conglomerati cementizi).**

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 14/1/2008 e presentare le caratteristiche con limiti di accettazione come indicato dalle norme U.N.I. 8520 di ottobre 1986; 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.7 (per la larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione: di cm.5 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 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 pavimentazione.**

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.

**F) Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni.**

Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella U.N.I. 2710 Ed. Giugno 1945".

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, superiore al 2%.

**G) 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".

**H) 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 cm.15 e cm.25 ma senza eccessivi divari fra le dimensioni massime e minime misurate nelle diverse dimensioni.

**I) Ciotoli 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.

**L) 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, sia allo stato asciutto che bagnato, prive di parti alterate e resistenti al gelo.

Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.

Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature, dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto in modo da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

**M) Pietre da taglio.**

Proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione dei Lavori.

Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, antigelive, senza parti alterate, vene od altri difetti, senza immasticature o tasselli, possedere sufficiente resistenza sia allo stato asciutto che bagnato e buona adesività alle malte.

Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel Regio Decreto 16 Novembre 1939 n° 2232 "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.

**N) 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".

**O) Materiali laterizi.**

Dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti dal Regio Decreto 16 Novembre 1939 n° 2233, "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" - alle norme U.N.I. 1607, 5628/65, 5629/65, 5630/65, 5631/65, 5632/65, 5633/65 ed al D.M. 24/01/86 - All.1 e al D.M. 20/11/87 Ed.m. 14/01/2008.

I materiali dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con spigoli ben profilati e diritti; alla frattura dovranno essere senza calcinaroli ed 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.

**P) Manufatti di cemento.**

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

**Q) Materiali ferrosi.**

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

- Acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica: dovranno soddisfare tutte le prescrizioni contenute nel D.M. 14.01.2008.

- Il lamierino di ferro per formazione delle guaine dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extradolce ed avrà spessore 2/10 mm.

- I profilati sagomati a freddo per la costruzione delle parti di parapetti saranno di acciaio del tipo Fe 360.

- Le reti e le lamiere stirate per recinzione saranno in acciaio conforme alle Tabelle U.N.I. 3598 - Ed. 1954 e modifiche seguenti.

- Il filo spinato sarà in acciaio zincato con resistenza unitaria 16 kg/mm<sup>2</sup>, 2,4 mm. con triboli a 4 spine, in filo zincato cotto, intervallati di cm. 7,5 che non presentino possibilità di transizione o di rotazione sul filo.

- Acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14/01/2008.

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

E' assolutamente escluso l'impiego di ghisa fosforosa. I chiusini e le caditoie saranno in ghisa grigia o ghisa sferoidale secondo norma U.N.I. EN 124 di classe adeguata al luogo di utilizzo, in base al seguente schema:

Luogo di utilizzo	Classe	Portata in Kg
gruppo 5 - Per carichi elevati in aree speciali	E 600	600
gruppo 4 - Per corsie stradali a circolazione normale	D 400	400
gruppo 3 - Per banchine, cunette ai bordi, corsie e parcheggi con presenza di veicoli pesanti	C 250	250
gruppo 2 - Per marciapiedi, parcheggi autovetture	B 125	125
gruppo 1 - Per zone esclusivamente pedonali, ciclabili e zone verdi	A 15	15

I chiusini e caditoie saranno completi di telaio ed avranno dimensioni prescritte dalla D.L.; lo spessore e la foggia dovranno essere atti a sopportare il carico stradale che sarà prescritto.

**R) 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 squadri ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadri 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.

#### **S) Bitumi - Emulsioni bituminose - Bitumi liquidi o flussati.**

Dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalle seguenti norme del C.N.R.:

##### **1) Bitumi:**

- B.U. n° 68/1978 “Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali. Caratteristiche per l'accettazione”;
- B.U. n° 81/1980 “Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali. Campionatura dei bitumi”;

##### **2) Emulsioni bituminose:**

- Fascicolo n° 3/1958 “Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali”;
- B.U. n° 98/1984 “Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali. Campionature delle emulsioni bituminose”;

##### **3) Bitumi liquidi o flussati:**

- Fascicolo n° 7/1957 “Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali”.

Per la valutazione delle caratteristiche e delle modalità di preparazione dei campioni da sottoporre a prove, si farà riferimento a quanto prescritto dalle normative vigenti ritenute idonee dalla D.L., con particolare attenzione a quella del C.N.R.

#### **T) Materiale per rivestimento scarpate, per formazione di banchina centrale spartitraffico o aiuole direzionali.**

La materia da usarsi dovrà essere terreno agrario, 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.

#### **U) Vimate.**

##### **1) Paletti di castagno per ancoraggio vimate:**

Dovranno provenire da ceduo castanile e dovranno presentarsi ben dritti, senza nodi, difetti da gelo, cipollature o spaccature. Avranno il diametro minimo in punta di cm.6.

##### **2) Verghe di salice:**

Le verghe di salice da impiegarsi nell'intreccio delle vimate dovranno risultare di taglio fresco, al fine di garantire il ripollonamento, e dovranno essere della specie “Salix Viminalis” o “Salix Purpurea”. Esse avranno la lunghezza massima possibile con un diametro massimo di cm.2,5.

##### **3) Talle di salice:**

Le talle 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” o “Salix Viminalis” oppure anche della specie e degli ibridi spontanei nella zona, fra cui “Salix daphnoides”, “Salix incana”, “Salix petadra”, “Salix fragilis”, “Salix alba”, ecc. e potranno essere anche di “Populus alba” e “Alnus glutinosa”.

#### **V) 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 intrecciate con il sistema della tessitura industriale a “trama ed ordito”;
- 3) 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, compresi fra  $10^{-3}$  e  $10^{-1}$  m/sec. (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in sito) determinato secondo le norme C.N.R.-B.U. n° 144/1992;
- **resistenza a trazione:** misurata su striscia di 5 cm. di larghezza, non inferiore a 600 N/5cm. <sup>(1)</sup>, con allungamento a rottura compreso fra il 10% e l'85%.

<sup>1</sup> Prova condotta su strisce di larghezza cm.5 e lunghezza nominale di cm.20 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.

Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzione di supporto per i sovrastanti strati della pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 1200 N/5cm. o a 1500 N/5cm., fermi restando gli altri requisiti (C.N.R.-B.U. n° 142/1992).

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.

- Per la determinazione delle resistenze alle lacerazioni saranno seguite le norme del C.N.R.-B.U. n° 143/1992, e per quanto riguarda la prova di filtrazione, le norme C.N.R.-B.U. n° 145/1992.

#### **Z) Materiali per tubazioni.**

Dovranno essere della migliore qualità e rispondere alle Leggi e Norme in vigore, di cui:

- Tubazioni in ghisa: Norme U.N.I. - 5336 - 5337 - 5338 - 5339 - 5340 del 1966;
- Tubazioni in acciaio: Norme U.N.I. 5745 del 1966; U.N.I. 6363/68; Circolare Ministeriale LL.PP. n° 2136 del 05/05/1966;
- Tubazioni in cemento-amianto: Circolare del Ministero dei LL.PP. 11/09/1953 n° 1723 - Norme U.N.I. 4372 - 5341 - 7516 - 7517 del Luglio 1976;
- Tubazioni in PVC: Circolare del Ministero della Sanità n° 135 del 28/10/1960; Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n° 1074 del 06/05/1961; Circolare del Ministero della Sanità n° 125 del 18/07/67; Norme U.N.I. 7447 tipo 303/1 e 303/2 e n° 7443 del 1984 tipo 300 e 301;
- Tubazioni in PE: Circolare del Ministero della Sanità n° 135 del 26/10/60; Norme U.N.I.; Norme U.N.I. 7611 - 7615 del 1976, tipo 312;
- Tubi PREFV: Norme progetto UNIPLAST 336; Prescrizioni ASTM;
- Acciaio circolare: D.M. 05/05/66 n° 2136; D.M. 30/05/72, D.M. 30/05/74;
- Condotte in genere, pezzi speciali, organi di sezionamento a manovra: Norme UNI, ANDIS, ISO, ASTM, DIN, UNIPLAST;
- Materiali elettrici: Norme CEI, USL, UNI, legge 186/68, legge 46/90, Norme europee recepite nella legislazione italiana.

La rispondenza dei materiali alle prescrizioni delle norme deve essere attestata dalla presenza del contrassegno del Marchio di Qualità, ove prescritto.

Tuoi, pezzi speciali e vernici di struttura a contatto con l'acqua potabile devono corrispondere alle prescrizioni del Ministero della Sanità.

Per i materiali sopra richiamati e per la loro messa in opera si devono osservare tutte le norme vigenti.

In generale per le tubazioni dovrà osservarsi quanto disposto dal D.M. 12/12/1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni" ed in quanto applicabili all'art.2 della Legge 10/05/1976, n° 319 per la tutela delle acque dall'inquinamento e successive integrazioni e allegati.

Per l'accettazione dei materiali l'appaltatore è obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, con le modalità prescritte dalla Legge, ogni volta richiesto dalla Direzione dei Lavori, provvedendo a tutte le spese relative.

### **ART. 41 PROVE SUI MATERIALI**

#### **a) Certificato di qualità e marchio CE.**

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 dal presente Capitolato, su specifica richiesta della D.L. dovrà esibire, i "Certificati di qualità" dei materiali o i relativi Marchi CE, qualora previsti dalle norme comunitarie vigenti; inoltre, almeno 30 giorni prima della consegna dei lavori, dovranno essere presentati alla D.L. gli studi di progetto delle miscele che verranno impiegate.

Tali oneri (cioè la presentazione del certificato di qualità o dei marchi CE) sono compresi fra gli obblighi che la ditta deve assolvere senza richiedere alcun compenso ulteriore a quelli previsti nell'Elenco Prezzi Unitari.

I certificati di qualità 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 e 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 il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità e degli studi di progetto delle miscele 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 difformi rispetto a quelli dei certificati, l'Appaltatore a suo totale carico, ma d'intesa con la D.L., darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, e provvederà all'emissione di un nuovo certificato di qualità o studio i progetto delle miscele con conseguente trasmissione dello stesso alla D.L. incaricata.*

*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 il complemento dei lavori - penalità in caso di ritardo" di cui alle presenti norme.*

**c) Prove di controllo in fase esecutiva.**

In correlazione a quanto prescritto nel precedente articolo circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e periodicamente alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, sottostando a tutte le spese di prelevamento, all'invio per l'esperimento di campioni presso laboratori ufficiali indicati dalla stazione appaltante, nonché alle spese per l'esecuzione delle prove di laboratorio.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa; la maturazione e la conservazione spetterà all'Impresa o sarà affidata ai Laboratori medesimi. I risultati ottenuti dall'analisi svolta dai laboratori ufficiali, saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti.

Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione munendoli di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa nei modi adatti a garantire l'autenticità.

**4.a) PRESCRIZIONI GENERALI DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORI\_  
VALUTATE A MISURA**

Per regola generale nell'esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte, nonché alle prescrizioni che qui di seguito vengono date per le principali categorie di lavori.

Per tutte quelle categorie di lavoro per le quali non si trovino nel presente Capitolato ed annesso elenco, prescrizioni speciali, l'impresa dovrà eseguire i migliori procedimenti di buona tecnica, attenendosi agli ordini che all'uopo impartirà la Direzione dei Lavori.

**ART. 42  
MOVIMENTI DI MATERIE**

**A) Tracciamenti.**

Prima di dare inizio ai lavori di sterro e riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla zona di occupazione del corpo stradale compreso le cunette. Successivamente dovrà pure porre in sito le modine necessarie a determinare, con precisione, l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere d'arte, l'appaltatore dovrà procedere al tracciamento di esse, delle modine, come per i lavori in terra.

**B) Scavi e rialzi in genere.**

Gli scavi ed i rialzi occorrenti per la formazione del corpo stradale, per la formazione di cunette, accessi, passaggi e rampe, cassonetti e simili, nonché per l'impianto di opere d'arte, saranno eseguiti nelle forme e nelle dimensioni risultanti dai relativi disegni salvo le eventuali varianti 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.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa potrà ricorrere all'impiego di mezzi meccanici.

Dovrà essere usata ogni esattezza nel sagomare i fossi, nell'appianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada, i quali, nei tratti in rettilineo, dovranno risultare paralleli all'asse stradale.

Le scarpate di tagli e rilevati saranno costituite con inclinazioni appropriate in relazione alla natura e tenacità del terreno, e, comunque, a seconda delle prescrizioni che saranno comunicate dalla Direzione Lavori.

Per gli accertamenti relativi alla determinazione della natura dei terreni, del grado di costipamento e del contenuto di umidità di essi, l'assuntore dovrà provvedere a tutte le prove necessarie e ciò indipendentemente dall'esame delle caratteristiche dei terreni, ai fini della loro possibilità e modalità di impiego, che verranno fatte eseguire, a spese dell'assuntore, dalla Direzione dei lavori presso un Laboratorio Terre prescelto dalla Direzione stessa.

Per qualunque riferimento alle terre, per la loro classificazione e per le modalità delle prove dei controlli, sono adottate le norme C.N.R. - U.N.I. - 10006/1963.

Nell'esecuzione sia degli scavi che dei rilevati l'Impresa è tenuta ad effettuare, a propria cura e spese, l'estirpamento delle piante, arbusti e relative radici esistenti sia sui terreni da scavare che su quelli destinati all'impianto dei rilevati, nonchè, in quest'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 costipati. Tali oneri s'intendono compensati con i prezzi di elenco relativi ai movimenti di materie.

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.

### **C) Strati di transizione (Rilevato - Terreno).**

In relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato e in generale allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato la Direzione Lavori potrà richiedere:

- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;
- la stesa di teli di tessuto non tessuto, anche con funzione anticontaminante.

Lo strato anticapillare dovrà avere uno spessore compreso tra le 0,20 e 0,50 metri, sarà composto di materiali aventi granulometria assortita da mm.2 a mm.50, con passante al vaglio UNI mm.0,075 non superiore al 3%.

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

Su prescrizione della D.L. è ammesso l'uso di sabbia di natura marina.

Il tessuto non tessuto sarà impiegato quando previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori. Durante la stesa l'Impresa dovrà curare in particolare la giunzione dei teli sul terreno mediante sovrapposizione per almeno cm.30 in senso longitudinale e trasversale. I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura.

Il tessuto non tessuto dovrà essere a filo continuo, coesionato mediante legamento per agugliatura o per legamento doppio.

Inoltre dovrà risultare resistente all'invecchiamento, imputrescibile, stabile ai solventi e alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, stabile alla luce e all'azione dei microorganismi, inattaccabile dai roditori.

Il telo avrà di norma peso compreso tra 300 e 400 gr/mq. e dovrà presentare le caratteristiche come indicate all'art. "Qualità e provenienza dei materiali".

### **D) Formazione dei piani di posa dei rilevati.**

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od opportunamente graduati secondo i profili e le indicazioni che saranno date 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 e saranno ottenuti praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.

Quando alla suddetta quota si rinvergono terreni appartenenti ai Gruppi A 1, A 2, A 3 (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 fino all'attimo prima di eseguire il compattamento.

Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di cm.20 al di sotto del piano campagna appartengono ai gruppi A 4, A 5, A 6, A 7, (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) la Direzione dei Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi per sostituire i materiali in loco con materiale per la formazione dei rilevati appartenenti ai gruppi A 1, A 2-4, A 2-5, A 3.

Tale materiale dovrà essere compatto, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata T/180-57.

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



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

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

La Direzione Lavori si riserva di richiedere, per la costipazione del piano di posa, l'uso di idonei mezzi, anche a piede di montone o gommati di qualunque tara senza che l'Impresa possa vantare particolari compensi.

Nei terreni in sito particolarmente sensibili all'azione delle acque occorrerà tenere conto dell'altezza di falda delle acque sotterranee e predisporre, per i livelli di falda molto superficiali, opportuni drenaggi: questa lavorazione verrà compensata con i relativi 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 e 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, portando il sovrappiù a discarica a cura e spese dell'Impresa.

Anche il materiale di risulta 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 e 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 rilevamenti mediante la misurazione del modulo di compressione  $M_e$ , determinato con piastra da cm.30 di diametro (Norme Svizzere VSS-SNV 670317). Il valore di  $M_e$ , 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>.

Laddove una maggiorazione di scavo sarà da imputarsi ad errori topografici, alla necessità di asportare quei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza o a bonifici non preventivamente autorizzati dalla D.L., l'impresa non sarà compensata né per il maggior scavo, né per la maggiore quantità di materiale che ne consegue.

Qualora detti valori del  $M_e$  non risultassero raggiungibili con le usuali tecniche di compattazione, la D.L. potrà ordinare la correzione del terreno naturale del piano di posa con idonee componenti al fine di migliorare la capacità portante ed il grado di umidità del terreno.

Dette lavorazioni saranno insindacabilmente accettate dall'Impresa ed i compensi relativi concordati a norma degli artt. 21 e 22 del Regolamento n. 350/1985.

Per le modalità di esecuzione delle suddette stabilizzazioni si rimanda all'apposito paragrafo.

#### **E) 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  $A_1, A_2, A_3$  (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che deve raggiungere in ogni caso una densità secca AASHO modificata T/180-57 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  $A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$ , (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) la direzione dei lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una profondità al di sotto del piano di cassonetto, che verrà stabilito secondo i casi, mediante apposito ordine 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.30 al di sotto del piano di cassonetto.

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea potrà essere controllato dalla Direzione dei Lavori mediante la misurazione del modulo di compressione  $M_e$  il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>; non dovrà essere inferiore a 40 N/mm<sup>2</sup>.

#### **F) 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  $A_1, A_2, A_3$ , della classifica C.N.R. - U.N.I. 10006, con l'avvertenza che l'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale, per uno spessore non inferiore a cm.30 costipato dovrà essere costituito da terre dei gruppi  $A_1, A_2-4, A_2-5, A_3$ , se reperibili negli scavi; altrimenti deciderà la Direzione dei Lavori se ordinare l'esecuzione di tale ultimo strato con materiale dei predetti gruppi  $A_1, A_2-4, A_2-5, A_3$ , da prelevarsi in

cava di prestito.

Per i materiali di scavo provenienti da tagli di roccia dovrà provvedersi, mediante riduzione, a far sì che la pezzatura massima del materiale che verrà portato a rilevato, non sia superiore a cm.30. Resta comunque inteso che la percentuale di pezzatura grossolana compresa tra i cm.7,1 e cm.30 non dovrà superare il 30% del materiale costituente il rilevato e che tale percentuale dovrà essere di pezzatura non uniforme. Tali materiali 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.

3) Per quanto riguarda il materiale proveniente da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti al gruppo A<sub>2-6</sub>, A<sub>2-7</sub>, 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 portata a rifiuto ovvero di utilizzo previa idonea correzione.

### 3.1 - Modalità di correzione

I materiali di cui al precedente capoverso provenienti dagli scavi potranno essere utilizzati nella costruzione dei rilevati previa correzione con calce idrata con le modalità descritte successivamente.

Analogamente si procederà alla correzione, se richiesta dalla D.L., dei piani di posa della fondazione stradale in trincea o del piano di posa dei rilevati qualora detto piano di appoggio non rientri nelle categorie di cui sopra o non abbia le caratteristiche di portanza di cui ai capoversi D ed E.

Saranno impiegate terre provenienti dagli scavi costituite da limo ed argilla con percentuale di passante al setaccio 0,0075 non superiore al 50% e indice plastico compreso tra 10 e 50, oppure ghiaie argillose con passante al setaccio 0,42 mm non inferiore al 35%.

Il contenuto di sostanze organiche non dovrà superare il 2%.

Non saranno ammessi materiali con dimensioni > 50 mm se presenti con percentuale in peso > 5.

La componente di correzione sarà costituita essenzialmente da idrossido di calcio o da una miscela di idrossido di calcio, ossido di magnesio, idrossido di magnesio e dovrà contenere il 90% di CaO in basi non volatili.

La polvere di calce idrata dovrà passare al setaccio 0,0074 mm almeno nella misura dell'85%.

La quantità di calce da impiegare nella correzione sarà determinata in base alle caratteristiche del terreno da correggere e sarà la minima che consentirà di ridurre il limite plastico del terreno impiegato, in modo da ricondurlo entro i valori previsti per i materiali idonei da impiegare nei rilevati.

A tale scopo l'Impresa dovrà a sue spese eseguire preventivamente le prove necessarie per stabilire l'idoneità alla correzione del materiale e la quantità di calce da impiegare e precisamente:

- curva granulometrica;
- limiti di Atterberg;
- prova Proctor modificata;
- determinazione dei componenti organici;
- prove di campione a 7 gg e 28 gg.

Si procederà per strati finiti non superiori a cm 30 nel caso dei rilevati e piani di posa e di 15 cm per strati di sottobase.

Sul materiale proveniente dagli scavi e sistemato in opera a strati oppure sul materiale di posa opportunamente scarificato o comunque reso soffice, si procederà allo spandimento di calce idrata nelle proporzioni indicate dalle risultanze di laboratorio per ottenere l'essiccamento e polverizzazione delle frazioni argillose.

Successivamente si procederà alla eventuale umidificazione nella misura necessaria ad ottenere l'umidità ottimale ed alla miscelazione della miscela terra-calce con mescolatore a rotore (pulvimixer o simili) in modo da ottenere una miscela terra-calce passante al 100% al setaccio con magliada cm 2,5 e per il 60% al setaccio n. 4 perfettamente omogenea.

Detta operazione di stesa e miscelazione potrà essere eseguita in più fasi distinte aggiungendo gradualmente calce intervallando le fasi medesime di almeno 24 ore.

Seguirà dopo circa 16-24 ore la rullatura con rullo a piede di montone e/o gommato fino al raggiungimento di una compattazione pari al 90% della prova Proctor modificata.

Lo strato costituente l'estradosso del rilevato subirà anche il passaggio del rullo a ruote lisce per ottenere la esatta configurazione del piano viabile secondo le pendenze di progetto e dovrà raggiungere una compattazione pari al 95% della prova Proctor modificata.

Ultimato il costipamento sarà obbligo in caso di giornate con pericolo di pioggia o particolarmente calde proteggere la superficie con uno strato di emulsione bituminosa nella proporzione di circa 1,5÷2 kkg/mq entro le 24 ore.

Lo spandimento della calce sarà effettuato con distributore meccanico con caduta regolata da una coclea, ma potrà essere ottenuta anche con distribuzione sul terreno da satabilizzare di sacchi di calce in quantità corrispondente a quella preventivata.

L'Impresa sceglierà il modo che riterrà di sua convenienza senza pretendere compensi per l'adozione di un sistema in luogo dell'altro.

E' vietato lo spandimento in giornate ventose come pure in caso di terreno gelato. La temperatura minima per procedere ai lavori di stabilizzazione è fissata in 4°C.

L'Impresa ha l'obbligo di adottare tutte le precauzioni necessarie (abbigliamento, creme protettive, occhiali e protezioni per il naso e la bocca) per salvaguardare la incolumità degli operai addetti ai lavori, restando l'unica responsabile di incidenti provocati dalla non osservanza di quanto sopra.

Sarà oggetto di controllo durante l'esecuzione dei lavori di stabilizzazione:

- la umidità ottima;
- l'indice di plasticità del materiale corretto;
- la quantità di calce impiegata.

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, provenienti da tagli stradali 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 cura e 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.

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 o in galleria, le eventuali cave di prestito che l'Impresa volesse aprire, ad esempio per economia di trasporti, saranno a suo totale carico. L'Impresa non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco per la formazione di rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi di trincea, opera 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 od 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 prelevamento di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione dei Lavori.

8) I materiali dei rilevati provenienti da cave di prestito dovranno essere del tipo  
A 1, A 3, A 2-4, A 2-5.

A suo esclusivo giudizio la Direzione Lavori potrà consentire l'impiego di altri materiali, anche se non classificabili (come vulcanici, artificiali, rostici da miniera e simili).

9) E' fatto d'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 presso i Laboratori Ufficiali ma sempre a spese dell'Impresa.

Solo dopo che ci sarà l'assenso della Direzione dei Lavori per l'utilizzo 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 prosieguo non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione, essa non potrà più essere coltivata.

10) Per quanto riguarda le cave di prestito l'Impresa, dopo aver tenuto la successiva autorizzazione da parte degli Enti 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 quanto è prescritto dall'art. 202 T.U. delle Leggi Sanitarie 27 Luglio 1934, n° 1265 e successive modifiche e dall'art. 189 T.U. delle Leggi sulla Bonifica dei terreni paludosi 30 Dicembre 1923 n° 3267, successivamente assorbito dal Testo delle Norme sulla Bonifica Integrale, approvata con R.D. 13 Febbraio 1933 n° 215 e successive modifiche.

11) Il materiale costituente il corpo dei rilevati dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm.30.

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 deformazione Me definito dalle Norme Svizzere (VSS-SNV 670317) il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 40 N/mm<sup>2</sup>. A questo scopo la D.L. potrà ordinare prove di portanza presso laboratori mobili autorizzati nell'intento di verificare il raggiungimento dei valori sopracitati, prima della posa in opera della fondazione stradale.

Ogni strato sarà costipato alla densità sopra specificata procedendo alla preventiva umidificazione del materiale se troppo secco, oppure alla preventiva essiccazione se troppo umido in modo da conseguire una umidità non diversa da quella

ottima predeterminata in laboratorio ma sempre inferiore al limite di ritiro.

L'assuntore 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'assuntore 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 all'assuntore 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, od un costipamento a carico abbinato statico-dinamico-sinusoidale, e per terreni di rilevati appartenenti 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 corrispondenza di opere murarie quali muri di sostegno, tombini, muri di ponticelli, fognature, ecc. che di norma saranno costituiti prima della formazione dei rilevati, i materiali del rilevato stesso in vicinanza delle predette opere dovranno essere del tipo A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, e costipati con energia dinamica.

La scelta del mezzo produttore tale energia è lasciata all'assuntore. Esso dovrà essere comunque tale da conseguire la densità prescritta più sopra per tutte le varie parti del rilevato.

La D.L. si riserva la facoltà di ordinare a ridosso delle murature, dei manufatti, la stabilizzazione a cemento dei rilevati in sito impiegando cemento normale in ragione di Kg.50 per mc. di inerti.

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

13) L'inclinazione da dare alle scarpate sarà quella di cui alla sezione di norma allegate al progetto.

14) Le scarpate, costruite man mano che si procede alla formazione dei rilevati saranno rivestite con materiale ricco di humus dello spessore minimo di cm.30 proveniente o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi, o da cave di prestito, e il rivestimento dovrà essere eseguito a cordoli orizzontali da ancorarsi alle scarpate stesse onde evitare possibili superfici di scorrimento 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.

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

16) Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere, e solo in quanto ordinato dalla Direzione dei Lavori, dei tipi A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub>, restando ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

#### **G) Laboratorio Terre.**

L'assuntore è tenuto ad inviare campionatura dei terreni nella quantità richiesta dalla D.L. al Laboratorio che verrà indicato dalla Direzione stessa. Il prelievo, l'invio al Laboratorio della campionatura in duplice esemplare sigillato, e tutte le spese relative alle prove saranno a carico dell'assuntore.

#### **H) Scavi di sbancamento.**

Per scavi di sbancamento o tali a sezione aperta si intendono quelli occorrenti per l'apertura della sede stradale, piazzali ed opere accessorie, quali ad esempio: gli scavi per tratti stradali in trincea, compresi i cassonetti a qualsiasi profondità, 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 di guardia e canali. Sono considerati scavi di sbancamento 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. Sarà altresì considerato come piano naturale, e quindi più depresso, l'alveo dei torrenti e dei fiumi.

Questo piano sarà determinato con riferimento all'intera area di fondazione dell'opera. Ai fini di questa determinazione, la Direzione dei Lavori, per fondazione 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.

Le difficoltà ed oneri necessari per eseguire taluni degli scavi di sbancamento suddetti sono stati considerati unicamente in

sede di determinazione dei prezzi di elenco.

#### **I) Scavi di fondazione.**

Per scavi di fondazione s'intendono quelli relativi all'impianto di opere d'arte e che risultino al di sotto del piano di sbancamento, 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 e comunque fino al rinvenimento del terreno di adeguata capacità portante. Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale, e disposto a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che cadono sopra falde inclinate. Anche nel caso di fondazioni su strati rocciosi, questi ultimi debbono essere convenientemente spianati a gradoni, come sopra. Gli scavi di fondazione saranno di norma eseguiti a pareti verticali e l'impresa dovrà all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbadacchiature, il cui onere resta compensato nel relativo prezzo dello scavo, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose e all'opera, per smottamenti o franamenti del cavo. Le fondazioni saranno eseguite secondo le modalità ed alle quote che verranno indicate dalla Direzione dei Lavori eventualmente in più o in meno di quanto previsto in progetto. Sarà compito dell'Impresa di provvedere all'armatura dei cavi in modo da non pregiudicare la regolare esecuzione dei lavori. Nel caso di franamenti dei cavi, è a carico dell'Impresa di procedere al ripristino senza diritto a compensi.

Dovrà essere cura dell'Impresa eseguire le armature dei casseri di fondazione con la maggiore precisione, adoperando legname di buona qualità e in ottime condizioni, di sezione adeguata agli sforzi cui verrà sottoposta l'armatura stessa, ed adottando infine ogni precauzione ed accorgimento, affinché l'armatura dei casseri riesca la più robusta e di conseguenza la più resistente, sia per quanto riguarda l'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 ed irrazionalità delle armature. E' escluso in ogni caso l'uso delle mine. Gli scavi di fondazione potranno però, anche essere eseguiti con parete a scarpata, ove l'Impresa lo ritenga di sua convenienza. In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spesa, al riempimento con materiale adatto e dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera.

#### **L) Scavi subacquei.**

Sono considerati come scavi di fondazione sub-acquei soltanto quelli eseguiti a profondità maggiori di m.0,20 (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono naturalmente le acque filtranti nei cavi di fondazione.

Ogni qualvolta si troverà acqua nei cavi di fondazione in misura superiore a quella suddetta, l'appaltatore dovrà provvedere mediante pompe, canali, fucatori, ture, o con qualsiasi mezzo che ravvisasse più opportuno o conveniente, ai necessari aggettamenti, che saranno compensati a parte ove non vi sia il prezzo di elenco relativo a scavi sub-acquei.

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 l'ingresso dell'acqua proveniente dall'esterno nei cavi di fondazione: se 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 pompatura che dovrà servire all'esaurimento dell'acqua di filtrazione dall'alveo dei fiumi o canali.

Naturalmente tale impianto idrovoro, che converrà essere suddiviso nel numero di gruppi necessari per fare fronte alle esigenze corrispondenti alle varie profondità di scavo, dovrà anche essere montato su apposita incastellatura, che permetterà lo spostamento dei gruppi, l'abbassamento dei tubi di aspirazione e ogni altra manovra inerente al servizio di pompaggio.

L'Impresa per ogni cantiere dovrà provvedere a sue cure e spese al necessario allacciamento dell'impianto, nonché alla fornitura ed al trasporto sul lavoro dell'occorrente energia elettrica, sempre quando l'Impresa non abbia 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.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11 Marzo 1988.

#### **M) Precauzioni per l'uso delle mine.**

Per le mine che occorressero nell'esecuzione degli scavi, l'appaltatore dovrà osservare tutte le prescrizioni delle leggi ed i regolamenti in vigore. Oltre a ciò l'appaltatore ha l'obbligo di prendere tutte le precauzioni speciali necessarie per evitare alle persone ed alle cose in genere ogni danno, delle cui conseguenze egli è sempre in ogni caso responsabile.

Le mine che dovranno praticarsi 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 di 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.

## **ART. 43**

### **DEMOLIZIONI**

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

Le demolizioni dovranno essere effettuate con cautela per impedire danneggiamenti alle opere d'arte di cui fanno parte, sotto pena di rivalsa di danni da parte dell'Amministrazione 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 l'adozione di puntellature e sbadacchiature.

I materiali provenienti da tali demolizioni resteranno di proprietà dell'Impresa salvo diversa disposizione indicata nella voce specifica dell'elenco prezzi.

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 utilizzabili provenienti dalle demolizioni, dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati a cura e spese dell'appaltatore, a rifiuto ed a reimpiego nei luoghi che verranno indicati dalla Direzione dei Lavori.

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

Nell'esecuzione delle demolizioni è assolutamente vietato l'uso delle mine.

## **ART. 44**

### **PALI DI FONDAZIONE**

#### **Generalità**

I pali nel seguito considerati sono:

- micropali;
- pali trivellati.

Resta inteso che la Direzione dei Lavori, a seguito delle risultanze di indagini geologiche e geotecniche da effettuare a norma del D.M. 14/01/2008 ha facoltà di determinare 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.

#### **Prove tecnologiche preliminari**

Prima di dare inizio ai lavori la metodologia esecutiva o di posa in opera dei pali, quale proposta dall'Impresa, dovrà essere messa a punto dalla stessa mediante l'esecuzione di un adeguato numero di pali prova. I pali prova saranno eseguiti in ragione dello 0,5% del numero totale dei pali, con un minimo di un palo prova, e comunque secondo le prescrizioni della Direzione Lavori.

Nel caso l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso a sua cura e spese, a nuove prove tecnologiche. I pali di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata di progetto, e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico. I pali di prova dovranno essere eseguiti, o posti in opera, alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali di progetto.

In caso di discordanza l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo che saranno richieste dalla Direzione Lavori, quali prove di carico spinte fino a 2,5 volte il carico di esercizio unitamente all'esecuzione di prove di controllo non distruttive, o ogni altra prova o controllo tali da dirimere ogni dubbio sull'accettabilità delle modalità esecutive.

Di tutte le prove e controlli eseguiti secondo le modalità di cui al punto C.5.5 del D.M. 11/03/88 l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

#### **Soggezioni geotecniche e ambientali**

L'adozione dei pali è condizionata da una serie di fattori ambientali e geotecnici; quelli che meritano particolare attenzione sono:

- disturbi alle persone provocato dalle vibrazioni e dai rumori causati dall'infissione dei pali;
- danni che l'installazione dei pali può arrecare alle opere vicine a causa delle vibrazioni, degli spostamenti orizzontali e/o verticali del terreno, provocati durante l'infissione;
- danni che l'infissione dei pali può causare ai pali adiacenti.

Durante l'infissione dei pali prova la Direzione Lavori potrà richiedere che l'Impresa esegua a sua cura e spese misure vibrazionali di controllo per accertare che l'installazione dei pali infissi non danneggi le proprietà vicine. Qualora nel corso delle misure vibrazionali risultassero superati i limiti di accettabilità previsti dalle norme DIN 4150, l'Impresa dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori i provvedimenti che intende adottare.

E' altresì richiesta la presentazione di un programma di lavori in cui sia dettagliatamente esplicitata la successione cronologica di installazione di ciascun palo.

## **A) PALI TRIVELLATI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO**

### **Definizione**

Si definiscono pali trivellati quelli ottenuti per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Il presente paragrafo riguarda i pali di medio e grande diametro.

### **Soggezioni geotecniche e idrogeologiche**

Le tecniche di perforazione devono essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione "a secco" senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi, dove può essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro;
- la perforazione a fango non è consigliabile in terreni molto aperti senza frazioni medio-fini.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto dall'Impresa anche mediante l'eventuale esecuzione di perforazioni di prova.

### **Tolleranze geometriche**

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salvo diversa indicazione della Direzione Lavori. La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

Le tolleranze sul diametro nominale D, verificate in base ai volumi di calcestruzzo, dovranno essere contenute nel 5%.

L'impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spese tutti i controlli e tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

### **Preparazione del piano di lavoro, tracciamento**

L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati dalla perforazione, possano recar danno alle maestranze di cantiere o a terzi. Analoga attenzione dovrà essere prestata a possibili inquinamenti di superficie o della falda da parte di un'incontrollata scarica dei detriti e/o dei fanghi bentonitici.

Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile di riferimento per la posizione planoaltimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro. Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'Impresa, si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

### **Perforazione**

#### **1 Attrezzature**

La potenza e la capacità operativa delle attrezzature dovranno in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare e alle dimensioni dei pali da eseguire nei tempi previsti.

Marcature disposte ad intervalli regolari (m.1-2) sugli organi di manovra degli utensili di scavo dovranno consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando. La verticalità delle aste di guida rigide dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

#### **2 Perforazione con impiego di tubazione di rivestimento provvisoria**

La tubazione sarà costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi m.2,0-2,5 connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta, imprimendole un movimento rototraslatorio mediante una morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza. In questo secondo caso

la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di m.2,50 o anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

### **3 Perforazione in presenza di fango bentonitico**

Il fango bentonitico dovrà essere preparato, trattato e controllato seguendo le modalità descritte successivamente.

La perforazione sarà eseguita mediante secchione azionato da asta rigida o telescopica oppure mediante benna dotata di virola superiore di centramento e guida. In entrambe i casi il corpo dell'utensile dovrà lasciare uno spazio anulare tra esso e la parete del foro di ampiezza sufficiente ad evitare "effetti pistone" allorché l'utensile viene sollevato. Gli utensili di perforazione dovranno avere conformazione tale da non lasciare sul fondo del foro detriti smossi o zone di terreno rimaneggiato.

Il secchione dovrà essere provvisto delle aperture per la fuoriuscita del fango all'atto dell'estrazione. Il livello del fango bentonitico nel foro dovrà essere in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore a m.1,00 e non dovrà scendere al di sotto di m.0,60 all'atto dell'estrazione dell'utensile dal foro; a tale scopo si potrà disporre di una fossa di piccola capacità accanto al perforo, direttamente connessa alla sua sommità con corto canale.

La distanza minima fra due perforazioni attigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri. Il materiale portato in superficie dovrà essere sistematicamente portato a discarica. Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo ecc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimare solo nell'imminenza del getto.

### **4 Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose**

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei o di strati rocciosi o cementati e per conseguire un adeguato immersionamento in substrati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati alla natura dell'ostacolo. L'uso dello scalpello dovrà essere frequentemente alternato a quello della benna o del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i detriti man mano prodotti dallo scalpello.

Alla sommità dello scalpello dovrà essere disposto un anello di forma appropriata per la guida dell'utensile.

Salvo deroghe della Direzione Lavori l'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio, spinto sino al tetto della formazione lapidea, allo scopo di evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

Gli oneri relativi all'impiego dello scalpello, in presenza di trovanti o di strati rocciosi o cementati di qualsiasi spessore, sono compresi nei prezzi di elenco.

### **5 Controlli**

La Direzione Lavori controllerà in fase di esecuzione del perforo la rispondenza delle stratigrafie di progetto con quelle effettive.

In presenza di eventuali discordanze o nel caso che alla base del palo si rinvenga un terreno molto più compressibile e/o molto meno resistente del previsto, o comunque altre anomalie, la Direzione Lavori procederà al riesame delle condizioni progettuali ed adotterà gli opportuni provvedimenti.

Alla fine della perforazione si misurerà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, rispetto alla quota di sottoplinta, la profondità del perforo con uno scandaglio; l'operazione verrà effettuata anche all'inizio ed al termine di eventuali interruzioni prolungate della lavorazione in corrispondenza dei turni di riposo o per altri motivi.

### **Armature metalliche**

Le armature dovranno essere conformi al progetto ed approvate dalla Direzione Lavori.

Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica. Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo rispetto alla parete di scavo di cm.6.

Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a cm.7,5 con inerti inferiori ai cm.2,0; a cm.10 con inerti di classe superiore.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe in opera prima dell'inizio del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul calcestruzzo già in opera o sul fondo del foro.

Ai fini dell'esecuzione delle prove geofisiche descritte nel relativo paragrafo, l'Imprese dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale di pali trivellati con un minimo di 3 pali, tre tubi di diametro adeguato estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura, e quant'altro necessario.

### **Formazione del fusto del palo**

### **6 Preparazione e trasporto del calcestruzzo**



Il calcestruzzo sarà confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

Il calcestruzzo dovrà avere una resistenza caratteristica comunque di classe non inferiore a  $R_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$  e qual'ora i terreni non presentino aggressività, rispondere alla classe di esposizione ambientale n° 2/a ed avere una consistenza S4 come definito dalle norme UNI 9858/91.

Dovranno, normalmente essere usati cementi del tipo pozzolanico e classe 425

La coesività della miscela di calcestruzzo dovrà essere tale da impedire l'azione di disgregazione di dilavamento, in presenza di fanghi bentonitici o acqua.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo con continuità e nel più breve tempo possibile; in ogni caso ciascun punto di posa in opera dovrà venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 15 mc/h. per pali di diametro  $< \text{cm.80}$  e di 20 mc/h. per pali di diametro  $\geq \text{cm.80}$ . Per quanto concerne i controlli e le prove del calcestruzzo si richiama espressamente quanto stabilito all'art. "Conglomerati semplici ed armati".

### **7 Posa in opera del calcestruzzo**

Il getto del calcestruzzo avverrà impiegando il tubo di convogliamento. Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di m.2,50 di un tubo in acciaio avente diametro interno cm.20-25.

L'interno del tubo sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature.

Prima di installare il tubo getto sarà eseguita una ulteriore misura del fondo foro. Per pali trivellati in presenza di acqua di falda o impiegando fango bentonitico, il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a cm.30-60 dal fondo della perforazione.

All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di calcestruzzo pari a quello del tubo di getto e di almeno m.3 o 4 di palo.

Il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima nel calcestruzzo di m.0,5.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondano a quelle previste o per la necessaria messa a nudo delle armature. In tali casi gli oneri sono da intendersi compensati dai prezzi di elenco e pertanto sono a carico dell'Impresa.

## **B) PROVE DI CONTROLLO SUI PALI DI PROGETTO**

### **Prove di carico con il metodo dinamico**

Scopo dell'intervento di controllo è la determinazione della portata di pali di fondazione con il metodo dell'impulso dinamico ad alta energia eseguita con il metodo "case" o "simbat".

#### **Preparazione:**

Altezza fuori terra circa m.1,00.

Calcestruzzo del palo stagionato a 28 gg.

Parte emergente libera da vincoli di ogni genere e di forma uguale alla parte infissa.

Le teste del palo dovranno essere appositamente rinforzate e sulla loro sommità posto un cuscino in legno da interporre alla massa battente.

Predisposizione di una massa battente di peso proporzionato alle dimensioni del palo, capace di avere una caduta libera di almeno m.1,00 dalla testa palo.

Detta massa dovrà battere sulla direzione dell'asse del palo.

#### **Strumentazione occorrente:**

Disporre a circa cm.80 dalla testa del palo, due gruppi estensimetrici diametralmente opposti ed un accelerometro fissati mediante tasselli metallici.

Per l'applicazione del metodo Simbat si dovrà disporre anche dell'uso di un teodolite elettronico predisposto per le letture dei cedimenti.

In cantiere si dovrà disporre di un sistema di alimentazione per le strumentazioni e di registrazione dei dati acquisiti.

#### **Risultati:**

A posa avvenuta, i dati acquisiti dovranno essere elaborati ed in seguito si dovrà presentare una relazione tecnica nella quale illustrare la prova, le metodologie applicate e rappresentare chiaramente con un grafico carico/cedimento, i valori delle portate e dei cedimenti statici, l'indicazione del comportamento limite in funzione del coefficiente di smorzamento relativo al terreno incassante.

### **Prove di carico**

Le prove di carico saranno effettuate con la modalità di cui al D.M. 14/01/2008.

Il numero dei pali da sottoporre alla prova di carico deve essere stabilito in base all'importanza dell'opera ed al grado di omogeneità del sottosuolo; tale numero deve essere pari ad almeno 1 ogni 50 pali o frazione di 50. La scelta dei pali di prova sarà affidata alla Direzione Lavori e comunque dovrà tener presente la necessità di interessare le diverse situazioni del sottosuolo, evitandone la concentrazione.

Il carico di prova sarà in genere pari a 1,5 volte il carico di esercizio; tale rapporto potrà essere incrementato, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, sino a 2,5. Al momento della prova il calcestruzzo del palo dovrà avere almeno 28 giorni di stagionatura. Le modalità di applicazione e la durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e di scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori anche in funzione della natura dei terreni di fondazione.

Il carico sarà applicato mediante un martinetto, che trova contrasto mediante un'adeguata zavorra o pali di reazione, il cui manometro (o cella di carico) dovrà essere corredato da un certificato di taratura di data non anteriore a sei mesi. Le misure dei cedimenti dovranno essere rilevate mediante tre micrometri centesimali, disposti a 120 gradi attorno al palo, interposti tra la testa del palo e una struttura portamicrometri solidale al terreno in punti sufficientemente distanti dal palo di prova e dal sistema di contrasto, così da evitare l'influenza delle operazioni di carico e scarico.

I supporti di tale struttura devono distare non meno di m.3,0 e non meno di 3 diametri dal palo di prova, e infine non meno di m.2,0 dall'impronta della zavorra o da eventuali pali di reazione.

La struttura portamicrometri dovrà essere protetta da vibrazioni e urti accidentali e schermata dai raggi solari per minimizzare le deformazioni di natura termica. Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data e ora di ogni variazione di carico, entità del carico, le letture ai micrometri ed il diagramma carichi-cedimenti. Al verbale verranno allegati i certificati di taratura del manometro (o cella di carico).

In taluni casi la Direzione Lavori potrà richiedere l'esecuzione di prove di carico orizzontali; date le peculiarità della prova le modalità esecutive e il programma di carico dovranno essere di volta in volta stabilite dalla Direzione Lavori e riportati sul verbale di prova.

### **Controlli non distruttivi**

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, non compromettendone l'integrità strutturale. A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- (a) prove geofisiche,
- (b) carotaggio continuo meccanico,
- (c) scavi attorno al fusto del palo.

Per tutti i controlli non distruttivi l'Impresa provvederà a sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

### **8 Prove geofisiche**

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti. Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di grande diametro mm.700.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione all'importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori. Con riferimento ai soli pali trivellati, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 5% del numero totale dei pali con un minimo di tre (carotaggio sonico). Scopo dell'intervento di controllo è la verifica della continuità ed omogeneità del calcestruzzo compreso fra le sonde. I risultati delle prove, dopo adeguate elaborazioni delle trasmissioni ultrasoniche, dovranno essere descritte in "Diagrafie" montate su apposite schede.

Prove geofisiche da testa palo (ammettenza meccanica) verranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, sul 15% del numero totale dei pali, con minimo di 5 pali, e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dalle norme tecniche d'appalto. Scopo dell'intervento di controllo detto dell'"Ammettenza meccanica" è l'individuazione di anomalie di forma dei pali (bulbi, restringimenti) e la valutazione della rigidezza del sistema palo-terreno.

Sui pali prescelti per le prove lungo il fusto dovrà essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possano scorrere le sonde di emissione e ricezione degli impulsi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali. Gli stessi saranno pari ad almeno tre per palo. Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmittente e ricevente.

### **9 Carotaggio continuo meccanico**

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo

continuo, allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta. Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a mm.60.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento. Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro. Il carotaggio si eseguirà a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle norme tecniche d'appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

#### **10 Scavi attorno al fusto del palo**

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi m.4,0-5,0 di palo. Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva. Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva. Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle presenti norme tecniche d'appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

### **ART. 45 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 kg.8÷17 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 cm.15 e non inferiore a cm.5 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. 46 CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI NORMALI E PRECOMPRESSI**

#### **A) DISPOSIZIONI DI CARATTERE GENERALE**

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alle verifiche di stabilità di tutte le opere incluse nell'appalto, elaborandone i particolari esecutivi ed i relativi computi metrici osservando tutte le vigenti disposizioni di legge e le norme emanate in materia, nei termini di tempo indicati dalla Direzione dei Lavori.

In particolare l'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

- del D.M. 18/01/2008 "Norme Tecniche per Costruzioni";

In particolare, prima dell'inizio dei lavori di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori:

- a) le autorizzazioni scritte dei Servizi o Enti competenti per legge e territorialmente;
- b) i calcoli statici delle strutture ed i disegni di progetto (comprensivi delle linee di influenza delle deformazioni elastiche) con indicati i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi d'acciaio da impiegare che, come innanzi specificato, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione dei Lavori, per poi allegarli alla contabilità finale;
- c) i risultati dello studio preliminare di qualificazione eventualmente richiesti dalla D.L., 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 caratteristiche non inferiori a quelle richieste dal progetto. Le prove preliminari potranno essere costituite da valida documentazione di produzione con certificati rilasciati da laboratori ufficiali.

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 ad 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.

Le caratteristiche dei conglomerati cementizi, per la formazione delle opere appaltate, dovranno inoltre essere determinate in base alla durabilità nel tempo del materiale in relazione alle azioni aggressive dell'ambiente, alla qualità dei materiali disponibili nonché in considerazione delle condizioni operative di cantiere, e del tipo di strutture (lavorabilità).

Ad integrazione di quanto previsto dalle sopracitate Norme Tecniche, il conglomerato cementizio dovrà risultare conforme alle specifiche del presente capitolato.

## **B) MATERIALI PER IL CALCESTRUZZO**

### **Cemento.**

Il cemento impiegato per la costruzione dei conglomerati cementizi deve corrispondere ai requisiti prescritti dalle leggi vigenti richiamate al precedente articolo "Qualità e provenienza dei Materiali".

Si dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzia di controllo interno di qualità, costanza del tipo, continuità di fornitura.

Il cemento, qualora venga approvvigionato allo stato sfuso, sarà conservato in silos adatti ad evitare contatti con umidità o altre contaminazioni. Verrà scartato cemento contenente grumi o parzialmente idratato.

Nella realizzazione di ciascuna struttura si dovrà impiegare un unico tipo di cemento e non sarà permesso miscelare tra loro cementi di diverso tipo e/o provenienza. Le forniture di cemento saranno conservate separatamente e chiaramente identificate. Ogni silo conterrà un unico tipo di cemento. Il cemento verrà utilizzato in ordine di consegna.

L'Impresa, a sua cura e spese, anche senza esplicita richiesta della Direzione Lavori, dovrà far controllare periodicamente presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento.

Copia di tutti i certificati di prova dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori dietro sua richiesta. E' facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento dovuto ad una causa qualsiasi.

Qualora fosse presente il rischio dell'impiego di inerti contenenti forme di silice reattiva individuata mediante i test, dovrà essere controllato che il tenore complessivo di alcali nel cemento risulti inferiore allo 0,6%, espresso come peso molecolare di Na<sub>2</sub>O più lo 0,658% del peso molecolare di K<sub>2</sub>O.

### **Inerti.**

Dovranno corrispondere alle caratteristiche già specificate all'art. "Qualità e provenienza dei materiali".

Le miscele degli 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, fluage, 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.

Il diametro massimo dell'inerte dovrà essere sempre il maggiore tra quello previsto come compatibile per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato, tenendo conto dello spessore minimo del copriferro (UNI 8981/5), dell'interferro, delle caratteristiche di armatura e carpenteria e della lavorabilità.

### **Acqua.**

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche di cui all'art. "Qualità e provenienza dei materiali".

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di calcestruzzo tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti, calcolata secondo UNI 8520 parte 16° in modo da rispettare il previsto rapporto acqua-cemento.

### **Additivi.**

Gli additivi eventualmente impiegati, devono essere conformi alle norme UNI da 7101 a 7120 ed UNI 8145, essi saranno subordinati all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività e potranno essere consentiti in generale fino alla quantità stabilita dalle norme UNI 9858/91.

L'uso degli additivi potrà essere effettuato previo consenso della Direzione dei Lavori a cura e spese dell'Impresa; essa pertanto non avrà diritto ad indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

Oltre ad esibire la rispondenza a dette Norme, il produttore di additivi dovrà:

- (a) esibire risultati provenienti da un'ampia sperimentazione pratica su tipo, dosaggio ed effetto dell'additivo da usarsi;
- (b) esibire certificati di prova di Laboratorio Uff.le che dimostrino la conformità del prodotto alle vigenti disposizioni di

Legge;

(c) garantire la qualità e la costanza delle caratteristiche dei prodotti forniti.

### **C) CONGLOMERATI CEMENTIZI PRECONFEZIONATI ED ORDINARI**

E' ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purché rispondenti in tutto e per tutto a quanto avanti riportato, ed in particolare alle norme UNI 9858 del 1991 per quanto non in contrasto con le prescrizioni di cui al D.M. 14/01/2008.

L'Impresa resta l'unica responsabile nei confronti della stazione appaltante per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato, nelle opere 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 e leganti, ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione.

L'Impresa inoltre assume l'obbligo di consentire che il personale dell'Amministrazione Provinciale, addetto alla vigilanza ed alla Direzione dei Lavori, abbia libero accesso al luogo di produzione del conglomerato per poter effettuare in contraddittorio con il rappresentante dell'Impresa i prelievi ed i controlli dei materiali.

La garanzia di qualità dei calcestruzzi preconfezionati potrà essere comprovata a seguito di apposite prove sistematiche effettuate dai Laboratori Ufficiali e autorizzati con decreto del Ministro dei Lavori Pubblici.

Le 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, di accettazione o complementari, i cui certificati potranno essere allegati agli atti contabili.

Qualora le opere in c.a. vengano costruite in prossimità dei litorali marini e aggressivi in genere, si osserveranno le prescrizioni dettate nel D.M. 14/01/2008.

Durante l'esecuzione delle opere la Direzione 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 diversi da quelli stabiliti dal presente Capitolato Speciale e relativo Elenco Prezzi.

### **D) CALCESTRUZZO REOPLASTICO**

#### **Additivi superfluidificanti.**

Allo scopo di realizzare calcestruzzi reoplastici, aventi cioè elevata fluidità ma privi di segregazione, dovranno essere usati additivi superfluidificanti ad effetto normale, ritardante, accelerante, in rapporto alle condizioni ambientali ed ai tempi di lavorazione. I suddetti additivi dovranno permettere di ottenere un calcestruzzo reoplastico avente le seguenti proprietà: elevata lavorabilità, bassissimo bleeding, elevate resistenze meccaniche sia alle brevi che alle lunghe stagionature, elevata impermeabilità, elevata durabilità, basso ritiro, basso scorrimento viscoso.

Il calcestruzzo reoplastico così confezionato dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

(a) A parità di rapporto acqua/cemento dovrà produrre un aumento di abbassamento del cono (slump) di almeno cm.18. Questa caratteristica verrà determinata secondo la Norma UNI 9418, partendo da un calcestruzzo avente slump iniziale di cm.1-2.

(b) Per valori di slump da cm.20 a cm.25 dovrà presentare una quantità d'acqua essudata (bleeding) inferiore a 0,05 cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>. Questa caratteristica verrà determinata secondo la Norma UNI 7122.

Qualora l'additivo venga utilizzato essenzialmente come riduttore d'acqua, vale a dire allo scopo di ridurre al massimo il rapporto acqua/cemento ed ottenere le più elevate prestazioni dal calcestruzzo indurito, si dovrà inoltre verificare che, partendo da un valore iniziale dello slump non superiore a cm.18 l'aggiunta dell'additivo consenta una riduzione dell'acqua maggiore o uguale al 10%.

#### **Calcestruzzi resistenti ai cicli di gelo e disgelo.**

Per prevenire i danni causati dall'azione distruttrice dei cicli di gelo e disgelo, dovrà essere fatto costante uso di un additivo aerante da impiegarsi nella quantità tale da garantire di incorporare una percentuale d'aria sotto forma di microbolle sferoidali omogeneamente disperse nel calcestruzzo.

Detta percentuale dovrà essere scelta in relazione al diametro massimo dell'inerte, del prospetto 3 delle Norme UNI 9858/91 e ferma restando la Rck richiesta. L'aria inglobata verrà determinata secondo la Norma UNI 6395 sul calcestruzzo fresco appena posto in opera.

L'additivo dovrà risultare conforme alla Norma UNI 7103.

Per una più sicura protezione del calcestruzzo nei confronti del gelo, i due suddetti additivi dovranno essere impiegati fondamentalmente come riduttori d'acqua, non superando il valore di cm.12 di slump.

L'additivo riduttore d'acqua ed accelerante dovrà risultare conforme alle Norme UNI 7102, 7105, 7109.

### **E) CALCESTRUZZO A STABILITA' VOLUMETRICA**

Per l'esecuzione di opere a cielo aperto nelle quali si voglia evitare la formazione di fessure dovute al ritiro igrometrico e/o la formazione di giunti di contrazione, potrà essere impiegato un calcestruzzo reoplastico a stabilità volumetrica ottenuto introducendo nell'impasto cementizio all'atto del mescolamento, insieme ad un adeguato additivo superfluidificante, un agente espansivo conforme alle Norme UNI 8146 in modo che l'azione espansiva sia armonizzata con il processo di indurimento del cemento.

L'additivo espansivo dovrà essere aggiunto all'impasto con le modalità ed il dosaggio sufficienti a contrastare le azioni di fessurazione avvalendosi di sperimentazioni ed indicazioni fornite dal Produttore sulla base di uno studio sperimentale basato su:

- a) determinazione del ritiro del calcestruzzo;
- b) percentuale di armatura presente nel manufatto;
- c) dimensioni del manufatto;
- d) resistenza meccanica del calcestruzzo a 24 ore;
- e) diametro massimo dell'inerte;
- f) tipo di cemento impiegato.

Il calcestruzzo dovrà espandere sia in fase di presa che di indurimento producendo un'espansione contrastata a 7 e 28 giorni, misurata secondo la Norma UNI 8146, non minore di 0,02%.

#### **F) 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.

I dosaggi e le composizioni per ogni tipo di miscela omogenea dovranno essere specificati su apposite tabelle custodite in centrale di betonaggio e messe a disposizione su richiesta della D.L.

Per quanto non specificato vale la norma UNI 9858/91, punto 9.

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

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.

#### **G) TRASPORTO E CONSEGNA A PIE' D'OPERA**

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. 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 venga mantenuto il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento e della lavorabilità del calcestruzzo alla bocca di uscita della pompa.

Per quanto sopra non specificato vale la Norma UNI 9858/91.

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

#### **H) POSA IN OPERA**

Il getto dei calcestruzzi dovrà risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto e alle prescrizioni della D.L. e saranno iniziati solo dopo che la Direzione Lavori abbia verificato gli scavi, le casseforme ed i ferri di armatura.

Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Il conglomerato cementizio deve essere posto in opera al centro delle cassature evitando la caduta libera e la segregazione dell'impasto, facendo divieto di scaricarlo in unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

Dovrà altresì essere assestato con ogni cura in modo che le superfici dei getti, dopo la sformatura, dovranno risultare perfettamente piane, senza gobbosità, incavi, cavernosità, sbavature, od irregolarità di sorta tali comunque da non richiedere alcun tipo di intonaco, nè tantomeno spianamenti o rinzaffi ed esenti da macchie e chiazze.

L'addensamento in opera deve essere eseguito, per tutte le classi di conglomerato cementizio, mediante vibrazioni ad alta frequenza; da eseguirsi durante tutta la fase di posa in opera; i getti saranno eseguiti a strati orizzontali di altezza limitata e comunque non superiore ai cm.50, resi dopo la vibrazione. Le interruzioni e le riprese dei getti devono essere curate con diligenza scrupolosa ed in ogni caso devono essere evitate nei punti più sollecitati.

La Direzione Lavori potrà richiedere che le strutture di calcestruzzo cementizio vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali di pietra, laterizi ed altri materiali di costruzione; in tal caso i getti devono procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento del rivestimento.

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 con continuità così da evitare ogni ripresa.

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. E' comunque fatta salva la facoltà della D.L. di rivalersi sull'Impresa per l'esecuzione non perfetta a regola d'arte dell'opera.

Le finiture dei getti mediante frattazzatura dovranno avvenire dopo l'esaurimento di eventuali risalite di acqua di "bleeding" e prima dell'indurimento del calcestruzzo.

Per getti in immersione sott'acqua, o fanghi bentonitici, dovranno essere seguiti gli accorgimenti necessari perchè il calcestruzzo non venga dilavato. Impiegando la tecnica del tubo-getto, si raccomanda di non iniziare il getto senza aver posto alla base uno strato compatto di inerti, di evitare interruzioni nel flusso del calcestruzzo superiori a 5 minuti, di mantenere per tutta la durata di un getto il tubo ben verticale e ben immerso nel calcestruzzo in modo che questo rifluisca autonomamente dal basso verso l'alto.

### **I) STAGIONATURA**

La stagionatura dei calcestruzzi sarà effettuata con le modalità di cui al punto 10.6 della Norma UNI 9858/91 fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla D.L.

Saranno a carico dell'Impresa i materiali le forniture e le indennità spettanti alle maestranze sia in orario ordinario, straordinario e festivo necessari a garantire la stagionatura con continuità.

### **L) DISARMO**

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze in relazione all'impiego della struttura ed avvenire per gradi in modo da evitare azioni dinamiche sui calcestruzzi.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008).

Dovrà essere controllato che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti disarmanti conformi alle Norme UNI 8866 escludendo i lubrificanti di qualsiasi tipo.

### **M) PRECAUZIONI PER L'ESECUZIONE DI GETTI**

#### **In clima caldo.**

Per l'esecuzione di getti di normali dimensioni in clima caldo si dovrà curare che la temperatura dell'impasto non superi 30°C. Per getti di grandi dimensioni tale limite verrà opportunamente ridotto.

A causa della riduzione dei tempi di presa particolare cura dovrà essere posta nel ridurre il tempo intercorrente fra la confezione e la posa in opera dell'impasto. Qualora si usino pompe per il trasporto del conglomerato, tutte le relative tubazioni dovranno essere protette dal sovrariscaldamento.

Qualora accanto ad una elevata temperatura ambiente si abbiano anche bassa umidità relativa ed elevata velocità del vento, occorrerà che le operazioni di stagionatura descritte precedentemente vengano eseguite con grande cura e tempestività, in modo da evitare la formazione di fessure da ritiro plastico nelle prime ore dopo l'esecuzione dei getti.

La stagionatura andrà particolarmente seguita nel tempo affinché le superfici del calcestruzzo asciughino lentamente onde evitare le fessurazioni superficiali dovute al ritiro igrometrico.

#### **In clima freddo.**

Per l'esecuzione di getti in clima freddo si dovrà curare che la temperatura dell'impasto non sia minore di 5°C e seguire le precauzioni necessarie al fine di evitare il congelamento del calcestruzzo.

Ad evitare pericoli di fessurazione termiche, la temperatura massima del calcestruzzo dovrà essere non superiore a più di 5°C rispetto alle minime ambientali.

Nel caso che la temperatura risulti inferiore agli 8-10°C, ma non scenda al di sotto di 0°C, si dovranno prendere le seguenti precauzioni: usare cassature con buon potere isolante e prolungare la stagionatura, usare cementi ad alta resistenza,

impiegare additivi fluidificanti o superfluidificanti ad effetto impiegati fondamentalmente come riduttori d'acqua per aumentare la resistenza meccanica iniziale, eseguire lo scasso evitando rapide cadute di temperatura.

Nel caso che la temperatura scenda di notte sotto 0°C, oltre a quelle indicate al precedente paragrafo si dovranno prendere le seguenti precauzioni: controllare che gli inerti non siano congelati; controllare che non sia congelata la superficie su cui verrà gettato il calcestruzzo; impiegare additivi "antigelo".

Se la temperatura del calcestruzzo risultasse inferiore a 1°C, si dovranno sospendere i getti.

Per condizioni ambientali ancor più severe di quelle descritte nel precedente paragrafo (congelamento notturno assai severo che perdura tutto il giorno o quasi tutto il giorno) e nel caso che non fosse possibile evitare la sospensione dei getti, oltre alle precauzioni già indicate si dovrà: scaldare con opportuni procedimenti l'acqua e gli inerti (evitando che il cemento sia miscelato con acqua a temperatura maggiore di 40°C), porre il calcestruzzo sotto ricoveri provvedendone al riscaldamento.

## **N) CONTROLLO DELLE CARATTERISTICHE DEL CONGLOMERATO**

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste dall'allegato 2 delle Norme Tecniche del D.M. 14/01/2008.

Ad integrazione di tali norme, la Direzione dei Lavori potrà ordinare n.3 (tre) prelievi costituiti ciascuno da n.2 provini in modo da poter assoggettare uno dei prelievi a prove preliminari di accettazione presso il laboratorio di cantiere, o altro posto nelle vicinanze del cantiere stesso; resta inteso che il secondo prelievo andrà sottoposto a prove presso un Laboratorio ufficiale ed il terzo prelievo sarà utilizzato, all'occorrenza, nel caso si rendesse necessario eseguire altre prove.

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 (RCK) 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 Rck 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 RCK 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 RCK 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 RCK risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni approvati dalla Direzione Lavori.

Oltre ai controlli relativi alla RCK la Direzione Lavori potrà prelevare, con le modalità indicate nelle Norme UNI 6126-72 e campioni di materiali e di conglomerati per effettuare ulteriori controlli, di cui al p. 7 delle Norme UNI 9858/91, quali:

- consistenza;
- contenuto di cemento;
- contenuto d'aria;
- rapporto acqua-cemento.

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 mm.4,76.

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 cm.3.

## **O) GIUNTI DI DISCONTINUITA' ED OPERE ACCESSORIE NELLE STRUTTURE DI 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 le regolari ed imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali fenomeni di assestamento.

Tali giunti vanno praticati ad interalli 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 realizzati 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 le linee rette continue e spezzate.

La larghezza e la conformazione dei giunti saranno stabiliti dalla Direzione 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 assesto del giunto.

L'impiego di manufatti di tenuta o di copertura dei giunti, dovranno essere preventivamente approvati dalla D.L. All'uopo pertanto dovrà essere fornita adeguata documentazione tecnica (schede tecniche del materiale).

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.

Per la formazione di fori, tracce, cavità, incassature, ecc., da eseguirsi 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'Impresa non avrà diritto ad alcun compenso essendosene tenuto conto nella determinazione dei prezzi di elenco.

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

**(in conglomerato normale o precompresso, misti in laterizio e cemento armato, e metallici)**

La documentazione che dovrà essere conforme al progetto dell'opera da realizzare è subordinato all'approvazione della D.L. ai sensi del D.M.14/01/2008 dovrà dimostrare la completa rispondenza dei manufatti prefabbricati alle prescrizioni di cui alle presenti norme.

La relazione e gli elaborati grafici da sottoporre ad Autorizzazione dovranno essere completi ed esaustivi ed essere firmati da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista.

La cura e le spese per l'ottenimento dell'Autorizzazione dovranno essere a carico dell'Appaltatore.

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori. A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle presenti Norme. I certificati delle prove saranno conservati dal produttore.

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 la indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista.

In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti prefabbricati potranno essere accettati senza ulteriori esami o controlli. Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori.

Durante l'esecuzione delle opere la Direzione 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 diversi da quelli stabiliti dal presente Capitolato Speciale e relativo Elenco Prezzi.

#### **Q) PRESCRIZIONI PARTICOLARI RELATIVE AI CEMENTI ARMATI PRECOMPRESSI**

Oltre a 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. 14/01/2008.

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 per l'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 finchè la fluidità della malta in uscita non sarà uguale a quella della malta in entrata;
- 2) prima di essere immessa nella pompa la malta dovrà essere vagliata con setaccio a maglia di mm.2 di lato;
- 3) l'essudazione non dovrà essere superiore al 2% del volume;

- 4) l'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità (4.000 ÷ 5.000 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.
- Eguale dovranno essere disposti tubi di sfiato nei punti più bassi dei cavi lunghi o con forte dislivello.

#### **R) 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 muro di sostegno, d'ala, di recinzione, soglie, cordonate, cantonali, ecc., verrà confezionato e posto in opera perfettamente costipato con appositi vibratori, un conglomerato di classe C28/35.

Ferme restando tutte le prescrizioni inserite negli articoli relativi agli aggregati, alla confezione e posa in opera dei conglomerati per opera in c.a. si terrà presente che l'aggregato grosso da impiegare dovrà avere dimensioni massime di mm.20.

La costruzione di armature o casseforme dovrà essere effettuata con particolare cura, onde ottenere una perfetta esecuzione del getto e le precise misure e sagome prescritte dalla Direzione 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 Lavori; del relativo onere si è tenuto conto nella determinazione del relativo prezzo di elenco.

### **ART. 47**

#### **CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE**

Per l'esecuzione di tali opere provvisorie, 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 salvo specifiche di progetto ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e la loro rispondenza a tutte le norme di legge vigenti per le condizioni di sicurezza. Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo, ed eseguite in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

Nella progettazione e nell'esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici competenti e persone responsabili riguardo il rispetto di particolari impianti o manufatti esistenti, l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua attraversati, le sagome libere da lasciare in caso di sovrappassi o sottopassi di strade e ferrovie.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, l'abbassamento possa essere fatto simultaneamente.

Le operazioni di disarmo saranno effettuate secondo le norme contenute nel D.M. 14/01/2008 ed UNI 9858.

In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alle norme UNI 8866 ed il relativo onere si intende compreso e compensato nel prezzo di elenco delle casseforme.

Sono altresì compresi e compensati la fornitura e messa in opera e secondo prescrizione della D.L. dei:

- profili di vario genere per la formazione di smussi lungo i perimetri delle opere d'arte, per la formazione di gocciolatoi, o lungo linee prestabilite soggette a fessurazioni;
- distanziatori necessari a garantire il prescritto spessore del copriferro ed interfero nei tipi e natura atti a non alterare la parte corticale, né a provocare tracce di ossidazione dei calcestruzzi.

### **ART. 48**

#### **ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.**

##### **Generalità.**

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono essere qualificati all'origine e corrispondere ai tipi e caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/1/2008.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dallo stesso D.M..

Tutte le forniture in acciaio, consegnate in cantiere, provenienti direttamente dallo stabilimento di produzione, o indirettamente da intermediari o trasformatori intermedi, devono obbligatoriamente essere accompagnate da copia del certificato di verifica della qualità, siglata da produttore e recante gli estremi della bolla di spedizione del materiale, nonché del marchio identificativo.

L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce e in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita di t.25 max; ogni

partita minore di t.25 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 t.30, 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. 14/01/2008.

## ART. 49

### MISCELE PER IL RIPRISTINO E/O LA PROTEZIONE DI STRUTTURE DEGRADATE O SOGGETTE A DEGRADO

#### 1. Generalità.

Si terrà presente, in linea generale, che scopo del ripristino dei calcestruzzi è ricreare la sagoma di progetto del manufatto in corrispondenza dei punti degradati o ricostruire i copriferro che si sono carbonatati.

Questo ripristino, ad insindacabile giudizio della D.L., dove manchino precise indicazioni di progetto, potrà essere eseguito sia con malta legante in resina epossidica, sia con malte cementizie premiscelate (prefabbricate) a ritiro compensato (reoplastiche), sia con malte predosate a due componenti a base di leganti cementizi modificati con resine sintetiche, infine con malte cementizie premiscelate reoplastiche fibrorinforzate, senza ritiro, resistenti ai solfati.

Indicativamente sarà sempre preferibile usare le malte a legante cementizio o prevalentemente cementizie, rispetto a quelle a matrice sintetica, da usare solo in casi particolari quando si richiedono resistenze molto elevate in tempi brevi, per quantità molto limitate; nell'ambito delle miscele a base cementizia i campi d'impiego prevalenti sono:

- malte premiscelate reoplastiche a ritiro compensato

placcature a sbruffo a basso spessore (fino a cm.3-4) strutture massicce e soggette prevalentemente a compressione (esempio tipico pile, arconi e simili, giunti di placcatura in galleria) da usare con rete elettrosaldata per compensare le espansioni;

- betoncini reoplastici a ritiro compensato

ottenuti per miscelazione di una malta o boiaccia reoplastica con inerti selezionati: ripristini di solette, getti in cassaforma di dimensioni ridotte (fino a cm.10);

- malte predosate a due componenti a base di leganti cementizi modificati con resine sintetiche

*a basso modulo elastico* per il ripristino corticale o la rifinitura di strutture soggette a forti deformazioni per flessione e/o trazione (travi in c.a.p.), con bassi spessori di ricoprimento (intonaco protettivo) di massimo cm.2 di spessore da posarsi senza rete elettrosaldata di compensazione;

*a modulo elastico* normale per il ripristino corticale di strutture a deformazione di flessione medio basse (travi ad armatura lenta, in c.a.o.) o anche per strutture compresse di tipo snello;

- malte premiscelate reoplastiche a ritiro compensato fibrorinforzate ad alta duttilità

da usare per collaggio in cassaforma per strutture o porzioni di esse soggette a concentrazioni di sforzi, urti ed azioni di trazione (per impedire la trasmissione di fessure; caso tipico: riparazione di bulbi di travi in c.a.p.; altro campo di impiego sono i cordoli per i giunti di dilatazione degli impalcati).

Infine tra i materiali speciali per il ripristino possono essere annoverati anche i calcestruzzi ad alta durabilità purchè ad essi vengano conferite le caratteristiche di compensazione del ritiro con agenti espansivi che operino in fase di indurimento della miscela (indicativamente a base di ossido di calcio). L'utilizzazione di questi materiali, è prescritta per grossi getti di ripristino comunque di dimensioni non inferiori a cm.10 di spessore (salvo diversa prescrizione di progetto) e deve essere preceduta da una serie di prove di laboratorio per la determinazione della miscela da usare.

Le superfici ottenute con la demolizione delle parti degradate dovranno essere preparate prima del ripristino sia che si usino malte sintetiche che malte cementizie, salvo nel caso si impieghino idrodemolizioni.

#### 2. Idrodemolizione

Tecnica speciale di demolizione delle superfici di ponti e viadotti in cls. (solette ed anche pareti verticali) di qualsiasi resistenza, effettuata con impiego di idonei idrodemolitori capaci di getti d'acqua fino a pressione in uscita di 1.200/1.500 bar e con portata compresa tra 100 e 300 litri/minuto. Tale tecnica, vantaggiosa perchè veloce, non dovrà generare microlesioni nel cls. non demolito, mentre dovrà preparare perfettamente le superfici ed i ferri da ripristinare.

Gli idrodemolitori dovranno essere corredati da idonee attrezzature per la demolizione di solette e cordoli da valutare con prove preventive, anche con comando a distanza, sistemi di prerogolazione e metodi per la compensazione dei rinculi; dovranno inoltre essere corredati da sistemi di sicurezza e protezione dagli elementi di calcestruzzo demolito per consentire il corretto funzionamento delle stesse attrezzature anche in presenza di traffico. Saranno preferiti i sistemi tarabili sulla resistenza massima del calcestruzzo da demolire, in modo da eliminare automaticamente il solo materiale degradato, per esempio quello al di sotto di Rck 200 kg/mc o altra classe che si vuole asportare. Ai fini dell'economia dell'intervento, secondo le prescrizioni della D.L. sarà definito a priori lo spessore medio del calcestruzzo da asportare (perchè degradato o perchè da eliminare per esempio per ricostituire un copriferro carbonatato) in modo da non spingere troppo le demolizioni, senza un miglioramento del risultato di ripristino, ma con incremento notevole del costo dell'intervento.

### **3. Trattamenti prima del ripristino**

#### **3.a) Preparazione delle superfici da ripristinare**

Le superfici da ripristinare verranno preparate asportando il calcestruzzo degradato e trattandole successivamente, se non si è usata la tecnica dell'idrodemolizione, con sabbiatura a secco, idrosabbiatura, spazzolatura, oppure con un getto di vapore d'acqua a 100°C ad una pressione di 7-8 bar per asportare piccole parti residue in fase di distacco, l'ossido eventualmente presente sui ferri di armatura, allontanare polveri, piccole impurità, tracce di grassi, olii e sali aggressivi ed ottenere quindi un calcestruzzo sano, pulito e compatto.

Il sistema di pulizia del sottofondo verrà scelto in funzione di come il sottofondo stesso si presenta e/o della sua ubicazione nell'ambito della struttura, o della tecnica di demolizione usata.

I ferri di armatura del cemento armato, messi a nudo nella fase di sportazione del calcestruzzo ammalorato, potranno essere ulteriormente ripuliti a metallo quasi bianco con la sabbiatura e dovranno essere trattati con opportuno inibitore di corrosione avente la specifica funzione di impedire o ritardare nel futuro la nuova formazione dell'ossido; l'inibitore usato deve essere tale da non alterare l'aderenza malta da ripristino-ferro trattato.

Normalmente l'inibitore sarà costituito da due componenti da miscelarsi al momento dell'impiego e più precisamente da:

- liquido, che è una dispersione acquosa di polimeri;
- polveri silicee e specifici inibitori di corrosione, che formano attorno ai ferri trattati uno strato assolutamente impermeabile, fortemente adesivo, che impedisce la penetrazione dei cloruri dell'anidride carbonica, rallentando sensibilmente ogni processo di carbonatazione e corrosione.

Il prodotto dovrà avere una reazione alcalina per costituire un'efficace passivazione delle armature. Andrà applicato a pennello in due mani dello spessore di mm.1 l'una.

Non è escluso l'impiego di prodotti diversi purché valutati preventivamente in laboratorio.

#### **3.b) Mano di attacco per malte di resine epossidiche**

La mano di attacco sarà costituita da una sottile pellicola di resina epossidica pura, composta da una base più un indurente e compatibile con fondi umidi, in ragione di 250 g/m<sup>2</sup>. Le applicazioni dovranno essere fatte su supporto privo di tracce di solventi e/o di disarmanti.

Si dovrà tener presente l'influenza della temperatura e dello stato fisico del prodotto, perché ciascuna resina epossidica ha una temperatura minima di utilizzazione, indicata dalle case costruttrici (in genere si aggira intorno ai 5°C) al di sotto della quale la polimerizzazione avviene lentamente ed in modo incompleto. La miscelazione dei due componenti dovrà essere fatta solo con strumenti a lenta velocità di rotazione, al fine di evitare ogni inclusione di aria.

Prima di mettere in opera l'impasto lo si lascerà maturare per evitare che le sue caratteristiche meccaniche diminuiscano in seguito ad un possibile principio di separazione di fase, il quale si manifesta con mazzature della superficie.

Si procederà alla messa in opera della mano d'attacco usando pennelli o spazzole; solo quando la resina sarà divenuta pastosa per un principio di gelificazione si potrà passare alla lavorazione successiva.

### **4. Messa in opera delle miscele di ripristino**

#### **4.a) Uso di malte e calcestruzzi cementizi premiscelati a ritiro compensato**

Le miscele reoplastiche a ritiro compensato, fornite già premiscelate a secco, dovranno essere impastate in idonei miscelatori con il minimo quantitativo d'acqua indicato dalla casa produttrice; saranno mescolate fino ad ottenere un impasto ben amalgamato e privo di grumi, aggiungendo eventualmente altra acqua qualora l'impasto non si presentasse di consistenza plastica, ma comunque senza superare i quantitativi massimi di acqua indicati dalla stessa casa produttrice.

La temperatura ottimale di impiego di dette malte è circa 20°C, sono tuttavia accettabili temperature comprese tra 10 e 35°C.

Al di fuori di tale intervallo l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo previa valutazione di funzionamento (prova in opera su superfici limitate) e previa valutazione della D.L.

Le malte saranno armate usando rete d'acciaio elettrosaldata delle dimensioni (sezioni del filo e larghezza di maglia) stabilite in progetto, o prescrizione della D.L. per compensare il ritiro igrometrico e le azioni espansive della malta stessa; esse potranno contenere inoltre (per lavorazioni in zone particolarmente ventilate, con bassa umidità atmosferica e comunque su richiesta del progetto) microfibre di plastica (poliestere, o altre, comunque non attaccabili dagli alcali del cls.) uniformemente distribuite nell'impasto al fine di evitare il ritiro plastico. Data l'influenza del tenore d'acqua sulle proprietà delle malte, si eviterà con la massima cura che esso si modifichi durante la maturazione del getto. Siccome i pori del calcestruzzo di supporto vengono saturati dalla pulizia con acqua, è necessario che a quest'ultima faccia seguito tempestivamente l'applicazione della malta.

Quando non viene impiegato il vapore per la pulizia del sottofondo dovrà essere bagnato a rifiuto con acqua prima dell'applicazione del rivestimento.

Le malte dovranno essere messe in opera senza casseforme quando lo spessore del ripristino non supera i cm.3-5 o quando ciò è espressamente previsto in progetto. Per getti di maggiori dimensioni o nei quali si richiedono resistenze di minore entità potranno essere usati betoncini reoplastici ottenuti da miscele di malte reoplastiche ed inerti selezionati di maggiore pezzatura

(massima mm.25).

Nel caso delle malte pure, la posa in opera avverrà tramite sbruffatura (a cazzuola o con idonea attrezzatura di spruzzo). Dopo un certo tempo dipendente dalle condizioni climatiche, seguirà la fratazzatura. Indicativamente la malta verrà fratazzata quando non aderisce più a mano che la tocchi leggermente (cioè al fine di evitare fessure di ritiro dovute ad eccesso d'acqua superficiale).

Tutte le volte che sarà possibile si dovrà evitare la fratazzatura.

Nel caso di impiego di casseforme, ove richiesto, si eviteranno quelle di legno per la loro porosità, a meno che non siano state rese impermeabili con idonee sostanze o trattamenti.

Le malte saranno protette dall'evaporazione con una mano di agenti di protezione antievaporazione (curing) subito dopo terminata l'operazione di messa in opera della malta; la copertura con l'antievaporante sarà tanto più rapida quanto più caldo e secco è il clima (l'antievaporante potrà essere evitato se si usano malte con microfibre di plastica).

Non sarà consentito l'impiego di fogli di polietilene trasparente per impedire l'evaporazione dell'acqua, in quanto questi ultimi impediscono la dispersione del calore di idratazione che può provocare fessure per dilatazione termica.

Circa il tempo di prodotto di curing per la maturazione dei getti si dovrà tenere conto del fatto se la superficie debba o no ricevere ulteriori getti di finitura o di proseguimento dei lavori; in tal caso si dovrà verificare che il materiale da applicare sulla pellicola dell'agente di curing indurito sia in grado di aderirvi.

#### **4.b) Uso di malte a ritiro compensato per allettamento, consolidamenti, restauri di murature.**

In opere d'arte, le cui murature siano state costruite con malta a base di calce idraulica, calce-pozzolana, gessi od attualmente soggette ad attacco solfatico, l'intervento di restauro o consolidamento dovrà essere preceduto da una attenta indagine sulle cause del degrado.

Qualora venga accertato o si prefiguri un degrado di tipo chimico, dovuto alla presenza di alcali o solfati, presenti in via diretta nei materiali o indirettamente per risalita capillare dei sali solfatici o per solfatazione dovuta all'anidride solforosa, si dovranno usare malte i cui componenti non siano in grado di interagire con i solfati-alcali sopra citati, e quindi di opporsi ai pericolosi fenomeni espansivi e disgreganti (ettringite - thaumansite).

Inoltre le malte dovranno essere sufficientemente porose e traspiranti, avere una resistenza meccanica ed un modulo elastico compatibile con i materiali originali.

#### **4.c) Uso di malte di resina epossidica.**

Nel caso in cui il ripristino venga eseguito interamente con malta di resina epossidica, si aggiungerà, a giudizio della D.L., alla prima mano di attacco di cui al punto precedente, uno strato di due o tre millimetri della stessa resina mista a filler.

Quando questa seconda mano avrà raggiunto consistenza plastica, si potrà mettere in opera la malta di resina epossidica.

Per preparare la malta si mescoleranno i due componenti della resina con le stesse precauzioni precedentemente descritte per la mano d'attacco. In seguito si introdurranno resina ed aggregati nel miscelatore e si mescolerà fino ad ottenere un impasto omogeneo. Potranno essere accettati prodotti premiscelati, per esempio di resina ed inerti, cui è sufficiente aggiungere il solo induritore. Si eviterà in ogni modo che rimangano granuli di resina pura nella malta e di conseguenza si sconsiglia l'uso di comuni betoniere da calcestruzzo; indicativamente un miscelatore con tazza mobile ruotante nel senso inverso a quello delle pale dovrebbe consentire una più intima adesione fra la resina e gli inerti. Questi ultimi saranno preferibilmente costituiti da sabbia calcarea di granulometria continua, asciutta e conservata al riparo dall'acqua; la sabbia calcarea è preferibile alla silicea per questi lavori in quanto conferisce alla malta un coefficiente di dilatazione termica più vicino a quella del calcestruzzo tradizionale. La pezzatura massima degli inerti sarà proporzionale alla dimensione del ripristino, in ogni caso non supererà i mm.5.

La messa in opera avverrà con spatole e si avrà cura di evitare ogni vibrazione del materiale una volta posto in opera. Il materiale a legante sintetico infatti è molto più sensibile alle vibrazioni delle miscele a legante cementizio. Per lavori da fare in presenza di traffico, che genera vibrazioni di frequenza variabile secondo il tipo di traffico ed il tipo di opera, dovrà comunque essere presentato uno studio sul materiale di ripristino per verificarne la sensibilità alle vibrazioni (vedi punto 5).

#### **4.d) Uso di malte predosate a due componenti a base di leganti cementizi modificati con resine sintetiche.**

Le malte cementizie predosate a due componenti sono fornite complete di parte liquida (A) e polvere (B) che vanno miscelate fra di loro all'atto dell'impiego senza aggiungere acqua od altri ingredienti, escludendo quindi la possibilità di errori sul cantiere con assoluta certezza e costanza dei risultati.

La miscelazione dei due componenti dovrà essere protratta sino ad ottenere un impasto ben amalgamato, privo di grumi. I diversi tipi di malte cementizie predosate a due componenti si differenziano per il loro modulo elastico e si distinguono in:

- malte a basso modulo elastico,
- malte a modulo elastico normale.

La temperatura ottimale di impiego per le malte cementizie predosate a due componenti è di 20°C, tuttavia sono accettabili temperature comprese tra 5°C e 40°C.

Fuori da tali intervalli l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo previa esami di verifica e con l'adozione di particolari accorgimenti indicati dal produttore dei materiali.

Le malte potranno essere messe in opera anche senza cassaforma quando lo spessore del ripristino non superi i cm.3 o quando ciò è espressamente previsto in progetto.

Il sottofondo dovrà essere saturato con acqua fino a rifiuto, applicando la malta a strati successivi, nello spessore indicato dalle schede tecniche della casa produttrice, direttamente con rinfazzo a cazzuola o con idonea attrezzatura a spruzzo, oppure con fratazzo metallico esercitando una buona pressione e compattazione sul sottofondo.

Per la realizzazione di spigoli è opportuno aiutarsi posizionando una tavola su un lato.

La rifinitura superficiale potrà essere ottenuta con fratazzo di spugna da passare alcuni minuti dopo l'applicazione, oppure con lisciatura a spatola metallica o dorso di cazzuola.

E' assolutamente necessario mantenere umida la superficie della malta dopo l'applicazione e per alcune ore impiegando acqua nebulizzata, oppure con specifico antievaporatore da applicarsi a spruzzo.

L'antievaporatore potrà essere impiegato solo quando non sono previsti rivestimenti successivi, oppure si dovrà accertare se il successivo rivestimento sia in grado di aderire allo strato antievaporazione.

Quanto sopra per evitare la formazione di fessure dovute alla immediata evaporazione del liquido di impasto sotto l'azione del sole e del vento; l'eventuale verniciatura delle strutture ripristinate potrà essere eseguita qualche giorno dopo l'esecuzione dei ripristini stessi in funzione delle condizioni ambientali.

Si consigliano le verniciature, dopo qualsiasi tipo di ripristino, quando questi ultimi non sono continui su tutte le superfici (motivi estetici) oppure quando l'ambiente è particolarmente aggressivo (motivi di protezione), oppure in quei punti delle opere dove le aggressioni sono più forti.

#### **4.e) Uso di malte premiscelate reoplastiche fibrorinforzate, a ritiro compensato e resistenti ai solfati.**

Le malte premiscelate reoplastiche fibrorinforzate sono fornite sotto forma di polvere contenente fibre di acciaio trattate con antiossidante, preconfezionate in pacchetti legate con colle idrosolubili o altri sistemi che permettano la loro omogenea distribuzione nell'impasto, che richiede solo l'aggiunta d'acqua per ottenere in betoniera una malta reoplastic fluida e non segregabile, tixotropica, priva di ritiro, di elevato potere adesivo all'acciaio e al calcestruzzo, durevole anche in ambienti aggressivi.

La temperatura ottimale di impiego per le malte reoplastiche fibrorinforzate è di 20°C, tuttavia sono accettabili temperature comprese tra 5°C e 40°C.

Nel caso in cui la temperatura dell'ambiente è molto bassa (5°C-10°C), lo sviluppo delle resistenze meccaniche è più lento.

Qualora si richieda ugualmente una elevata resistenza meccanica alle brevi stagionature, si devono adottare i seguenti provvedimenti:

- a) conservare il prodotto in ambiente riparato dal freddo;
- b) impiegare acqua calda (35-50°C) per l'impasto;
- c) iniziare i getti nella mattinata;
- d) proteggere dall'ambiente freddo il getto coprendolo con teli impermeabili.

Se la temperatura dell'ambiente è molto elevata (30°C) l'unico problema esistente è la perdita di lavorabilità. Qualora la perdita di lavorabilità sia eccessiva in relazione allo specifico tipo di impiego, si consiglia di adottare i seguenti provvedimenti:

- a) conservare il prodotto in luogo fresco;
- b) impiegare acqua fresca, eventualmente raffreddata con ghiaccio tritato;
- c) preparare la malta nelle ore meno calde della giornata.

Nei climi caldi, asciutti e ventilati si raccomanda di porre particolare attenzione alla stagionatura applicando una pellicola di prodotto antievaporante sulla parte di malta esposta all'aria, subito dopo la rifinitura della superficie (vedi punto 4.a). A seconda dei tipi di lavoro si riportano in Tab.1 le consistenze suggerite, i relativi valori di spandimento ed il dosaggio di acqua. Queste malte non devono essere sensibili alle vibrazioni in fase di presa, per poter essere impiegate in presenza di traffico.

**Tabella 1**

#### **RICHIESTA D'ACQUA PER LE MALTE**

TIPO DI LAVORO	CONSISTENZA SUGGERITA	SPANDIMENTO ASTM C 230* (%)	LITRI DI ACQUA PER SACCO DI MALTA
Applicazione per colaggio	fluida	90-120	3,7-4,3
Applicazione a rinfazzo	plastica	30-50	2,8-3,2

\* La prova è modificata impartendo solo 5 scosse.

#### **4.f) Calcestruzzi a ritiro compensato, ad alta durabilità, confezionati in cantiere.**

I calcestruzzi ad alta durabilità possono divenire calcestruzzi per ripristino ad impiego speciale se si opera, oltre che con i super fluidificanti, anche con gli espansivi ad azione ritardata. L'impiego in manutenzione potrà avvenire solo se

espressamente previsto in progetto e con valutazione preventiva all'inizio delle lavorazioni della composizione delle miscele che si intende adottare, basata sulle specifiche sopra menzionate dei valori indicati al punto 5 e delle indicazioni di progetto; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali si sono ricavate le ricette ottimali.

Una volta definita la composizione dei calcestruzzi ci si dovrà ad essa attenere rigorosamente, comprovando questa osservanza con esami periodici commisurati alle quantità di materiale prodotto, in ragione di una serie di prove ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale messo in opera.

## **5. Requisiti delle miscele - controlli**

Tutte le malte sintetiche, cementizie e reoplastiche fibrorinforzate impiegate per il ripristino dovranno avere le seguenti caratteristiche meccaniche minime: tutte le malte indicate dovranno avere ritiro nullo e/o leggero effetto espansivo da controllare con Norma UNI 8147; le azioni di espansione per il controllo del ritiro dovranno avvenire in fase di indurimento del materiale e non quando esso ha consistenza plastica. Per malte fibrorinforzate l'espansione deve risultare, alla prova di espansione contrastata (ASTM C878), pari a circa lo 0,08% nelle 24 ore. Per i betoncini, in casi particolari e previo controllo di laboratorio, sarà tollerato un ritiro di 50 micron per metro. Per lavori da effettuare in presenza di traffico è prescritta una prova aggiuntiva con campioni del tipo a cuneo descritti nel seguito, maturati su tavoli che vibrano con gli stessi spettri di frequenza rilevati sulle opere da ripristinare o su tipi ad esse simili. I risultati delle rotture di questi provini verranno confrontati con quelli ottenuti da provini uguali, preparati con lo stesso materiale, ma maturati in condizioni di riposo. Saranno tollerate riduzioni di resistenza del 20% rispetto ai provini statici.

Resistenze minime richieste:

### **1) Per le malte sintetiche:**

- resistenza a compressione a 3 giorni	400 daN/cm <sup>2</sup>
- resistenza a flessione a 3 giorni	90 daN/cm <sup>2</sup>
- adesione al cls. a 3 giorni	20 daN/cm <sup>2</sup>

### **2) Per malte reoplastiche premiscelate a ritiro compensato:**

- resistenza a compressione a 3 giorni	300/350 daN/cm <sup>2</sup>
- resistenza a flessione a 3 giorni	50/60 daN/cm <sup>2</sup>
- adesione al calcestruzzo a 3 giorni	10/15 daN/cm <sup>2</sup>
- modulo elastico a 28 giorni	230.000-280.000 daN/cm <sup>2</sup>

### **3) Per betoncini reoplastici a ritiro compensato:**

- resistenza a compressione a 3 giorni	300-350 daN/cm <sup>2</sup>
- resistenza a flessione a 3 giorni	30-35 daN/cm <sup>2</sup>
- modulo elastico a 28 giorni	250.000-300.000 daN/cm <sup>2</sup>

### **4) Per i calcestruzzi a ritiro compensato, ad alta durabilità, confezionati in cantiere:**

- resistenze conseguenti alle classi di appartenenza e/o resistenze specifiche di progetto o prescrizioni della D.L.
- ritiro compensato: da studiare di volta in volta, comunque non superiore ai 100 micron per metro.

### **5) Per le malte cementizie predosate a due componenti:**

#### **11 malte a basso modulo elastico:**

- resistenza a compressione a 28 giorni	150-250 daN/cm <sup>2</sup>
- resistenza a flessione a 28 giorni	60-80 daN/cm <sup>2</sup>
- adesione al calcestruzzo a 28 giorni	20-30 daN/cm <sup>2</sup>
- modulo elastico a 28 giorni	20.000-150.000 daN/cm <sup>2</sup>

#### **12 malte a modulo elastico normale:**

- resistenza a compressione a 3 giorni (²)	300-350 daN/cm <sup>2</sup>
--	-----------------------------

- resistenza a flessione a 28 giorni	90-110 daN/cm <sup>2</sup>
- adesione al calcestruzzo a 28 giorni	20-30 daN/cm <sup>2</sup>
- modulo elastico a 28 giorni	150.000-250.000 daN/cm <sup>2</sup>

**6) Per malte premiscelate reoplastiche fibrorinforzate:**

**13consistenza fluida:**

- resistenza a compressione a 3 giorni	400-450 daN/cm <sup>2</sup>
- resistenza a flessione a 3 giorni	100-150 daN/cm <sup>2</sup>
- resistenza a compressione a 28 giorni	900-950 daN/cm <sup>2</sup>
- resistenza a flessione a 28 giorni	180-200 daN/cm <sup>2</sup>
- adesione al calcestruzzo a 28 giorni	20-30 daN/cm <sup>2</sup>
- modulo elastico a 28 giorni	300.000-350.000 daN/cm <sup>2</sup>

**14consistenza plastica:**

- resistenza a compressione a 3 giorni	550-600 daN/cm <sup>2</sup>
- resistenza a flessione a 3 giorni	150-200 daN/cm <sup>2</sup>
- resistenza a compressione a 28 giorni	900-1000 daN/cm <sup>2</sup>
- resistenza a flessione a 28 giorni	200-250 daN/cm <sup>2</sup>
- adesione al calcestruzzo a 28 giorni	70-80 daN/cm <sup>2</sup>
- modulo elastico a 28 giorni	350.000-370.000 daN/cm <sup>2</sup>

Le prove di resistenza a compressione e flessione delle malte verranno eseguite su travetti di cm.4x4x16 secondo le Norme UNI. Le prove di adesione si faranno sui travetti di cm.7x7x28 composte da un cuneo in calcestruzzo di cemento dosato a kg.450 e stagionato almeno a 28 giorni, con una faccia inclinata a 20 gradi.

Quest'ultima verrà spazzolata con spazzola d'acciaio all'atto della sfornatura della cassaforma per la sua preparazione e trattata poi con la mano d'attacco prevista in opera per il tipo di materiale da provare.

Si procederà infine al completamento del travetto mediante collaggio della malta di ripristino.

Il carico verrà applicato assialmente sulle due facce minori: la resistenza richiesta per l'adesione è quella di taglio (T) sulla faccia inclinata ( $T=F/151 \text{ daN/cm}^2$ ) in cui F è la forza di rottura in daN. Il modulo elastico verrà eseguito secondo la Norma UNI 6556.

Per i betoncini ed i calcestruzzi si procederà su provini di maggiori dimensioni in funzione delle pezzature massime degli aggregati.

Le prove sui materiali di ripristino potranno essere eseguite sia su campioni prima della posa in opera che in corso d'opera.

In caso di non rispondenza dei materiali si dovrà provvedere alla revisione delle formulazioni delle miscele e/o dei leganti, e si potrà anche richiedere la rimozione dei materiali già posti in opera che non rispondano ai requisiti fissati.

## **6. Miscele per impieghi speciali**

Per impieghi speciali si intendono tutti quegli usi, effettuati sia in fase di nuova costruzione che in fase di interventi conservativi o manutentivi, nei quali le caratteristiche delle miscele speciali definite nel punto 1 hanno validità prevalente.

Per esempio getti di bloccaggio (inghisaggio) di elementi prefabbricati, baggioli, giunzioni, giunti, ecc.

Si potrà prescrivere per queste operazioni l'impiego dei materiali di volta in volta più adatti nel rispetto delle norme indicate al punto 1. Un caso particolare è quello delle iniezioni delle guaine dei cavi di precompressione, come saturazione di cavi mal iniettati o come iniezioni di cavi nuovi.

Nei cavi nuovi, per motivi di durabilità, si useranno boiacche reoplastiche a ritiro compensato preconfezionate.

## **ART. 50**

<sup>2</sup> <sup>1</sup> ) Per le malte da rasatura riportate in spessore inferiore a mm.5 tale valore si deve intendere a 28 giorni.



## IMPERMEABILIZZAZIONE DEGLI IMPALCATI

### 1. Mastici di asfalto sintetici colato

#### 1.a) Materiali.

L'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte verrà realizzata mediante applicazione per colata di cappe di mastice di asfalto sintetico di spessore finito non inferiore a mm.10, quando si tratta di opere di ridotta importanza o in zone non soggette al gelo e/o all'impiego di sali per lo sghiacciamento invernale.

#### 1.b) Legante.

Dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40-50 (CNR 68/78) e Trinidad Epureé in rapporto di 5 a 2 in peso. In alternativa potranno essere usati altri bitumi naturali, quali il Selenitza o la Gilsonite oppure gomme termoplastiche sintetiche del tipo approvato dalla D.L. I dosaggi di questi materiali (e la validità delle gomme) saranno definiti da uno studio preliminare ai lavori.

Il legante sarà dosato in ragione del 15-19% in massa sulla miscela di inerti (corrispondenti al 13-16% in massa sulla miscela finale), compreso il bitume contenuto nel filler asfaltico. Il bitume 40-50 dovrà avere un indice di penetrazione (UNI 4163) più elevato possibile e comunque non inferiore a -1 ed un valore del punto di ammolimento P.A. di 80-100°C (CNR-B.U. 35/73).

#### 1.c) Filler.

Dovrà essere di natura calcarea o asfaltica e totalmente passante al setaccio mm.0,18 UNI e per almeno il 90% al setaccio mm.0,075 UNI.

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.A. (CNR 35/73) almeno di 15°C superiore a quello del bitume puro.

#### 1.d) Sabbia.

Dovrà essere di natura parzialmente silicea e totalmente passante al setaccio 2,5 UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata da mm.0,075 a mm.2,5 (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0,075 UNI), e dovrà essere contenuta per il 65-70% in massa sulla miscela di inerti.

#### 1.e) Miscela.

La parte lapidea della miscela (sabbia + filler), costipata a volume costante, dovrà avere una percentuale di vuoti intergranulari (v) compresa tra il 18 e il 23%. Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre un'eccedenza compresa tra il 7 ed il 10% ( $vb-v=7\div10$  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 nello studio preventivo di fattibilità un punto di rammollimento alla prova Wilhelmi (Norma DIN 1966) compreso tra 100 e 115°C. Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa potrà presentare valori compresi tra 100 e 130°C.

L'Impresa dovrà presentare prima dell'inizio dei lavori, per le necessarie approvazioni, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie, nonché campioni del prodotto finito e dei materiali componenti compresi quelli di appretto e di ancoraggio ("primer"), in modo che su di essi possano essere effettuate preventivamente tutte le prove previste nelle presenti norme.

Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato processo di produzione su scala reale e comunque rientranti in tutti i limiti espressi in precedenza.

La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo ed uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di mm.10 e max di mm.14, da verificare mediante prelievo di campioni.

Dovrà avere una resistenza meccanica tale che, se sottoposta al transito temporaneo degli automezzi gommati di cantiere, non si verifichino schiacciamenti, fessurazioni o abrasioni sul manto.

#### 1.f) Modalità di applicazione.

Le superfici di calcestruzzo da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane e asciutte, esenti da olii, grassi e polvere e prive di residui di boiaccia (o di malta cementizia); prima dell'applicazione del mastice si dovrà procedere ad una accurata pulizia dell'impalcato, mediante spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.

I punti singolari dell'impalcato (fessure, testate di cavi, spigoli, luoghi dove l'acqua può stagnare, ecc.) dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici. Seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito, in base alle richieste del progetto, da emulsione bituminosa al 50-55% o, meglio, da soluzione di bitume modificato, a medio punto di rammollimento P.A. (85÷90°C), in opportuni solventi selettivi additivati di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo dell'evaporazione del solvente ciò al fine di avere una buona facilità di stesa a caldo del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

Le quantità da stendere saranno di 0,5-0,7 kg/m<sup>2</sup> nel primo caso e di 0,35-0,50 kg/m<sup>2</sup> nel secondo. Sul primer verrà posto in opera, dopo l'evaporazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto sintetico, mediante colamento del materiale a temperatura di 200°C (±10°C); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con frattazzi di legno. Per stese di una certa estensione l'applicazione può essere eseguita a macchina con finitrici particolarmente studiate ed attrezzate.

La posa in opera del mastice non verrà effettuata quando le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro, e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 8°C.

Il mastice d'asfalto deve essere steso, per quanto possibile, con uno spessore costante, per cui tutte le irregolarità della soletta che si riproducono sulla cappa impermeabilizzante, dovranno essere portate a livello, se di spessore elevato, dopo il completamento dell'impermeabilizzazione; a questo fine si dovrà procedere ad una risagomatura della soletta mediante stesa di un sottile strato di conglomerato bituminoso realizzato con inerti calcarei di granulometria appropriata; dopodiché si procederà con la stesa della pavimentazione definitiva.

I bocchettoni in corrispondenza dei fori di scarico per i pluviali dovranno essere fissati a livello della soletta in calcestruzzo, con stucchi epossidici, ed il mastice di asfalto dovrà giungere fino al bordo del foro, coprendo così i risvolti del bocchettone stesso.

Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei calcestruzzi di soletta), potrà essere adottato il provvedimento preventivo di stesa di un velo di fibre di vetro forata che sfiati il vapore, ma questo può generare ridotta adesione del manto impermeabile. Per chiudere eventuali soffiature del mastice si dovrà avere cura che la temperatura dello strato bituminoso ad esso sovrastante sia, all'atto della stesa, di almeno 140°C.

#### **1.g) Modalità di preparazione del mastice di asfalto sintetico.**

La confezione del mastice di asfalto colato verrà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla D.L., di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire. Tassativamente si prescrive che il dosaggio del legante, del filler e delle sabbie deve essere fatto a peso. Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere seguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione.

##### 1^ Procedura.

- a) Premiscelazione degli inerti, compreso il filler, a temperatura di 200-220°C.
- b) Aggiunta del bitume nella corretta percentuale, preventivamente portato alla temperatura di 180-200°C.
- c) Mescolazione dell'impasto per almeno 5 minuti.
- d) Scarico dell'impasto in un'apposita caldaia ("cooker") coibentata, munita di sistema di riscaldamento e di apposito agitatore.
- e) Mescolazione dell'impasto nella caldaia, per un tempo non inferiore a 30 minuti, alla temperatura di 200-210°C, al fine di ottenere una ottima miscelazione e l'assorbimento del bitume col filler.

##### 2^ Procedura.

- a) Introduzione nella caldaia del filler e del bitume, dosati separatamente a peso e miscelazione e l'assorbimento del bitume col filler.
- b) Aggiunta delle sabbie preventivamente riscaldate ed essicate e mescolamento a temperatura di 200-210°C, fino ad ottenere un impasto perfettamente omogeneo ed uniforme.

In ambedue i metodi di confezionamento occorre che le apparecchiature di riscaldamento siano tali da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed i filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.

Qualora la confezione non venga fatta sul luogo della stesa, il trasporto del mastice verrà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anche esse di agitatore meccanico ed apposito impianto di riscaldamento.

## **2. Manto impermeabile armato continuo composto con bitume elastomerizzato**

L'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte verrà realizzata mediante applicazione a caldo e per colata di un manto di bitume modificato elastomerizzato con interposto il tessuto non tessuto con funzione di armatura e protezione.

#### **2.a) Bitume modificato.**

Sarà del tipo modificato con polimeri termoplastici SBS avente le seguenti caratteristiche:

- penetrazione a 25°C	(CNR-B.U. 24/71)	40-60 dmm.
- punto di rammollimento (P.A.)	(CNR-B.U. 35/73)	60-70°C
- punto di rottura Frass	(CNR-B.U. 43/72)	-20°C
- indice di penetrazione	(UNI 4163/59)	+3
- viscosità dinamica 60°C	(ASTM D 3205)	900 Pa*s
- viscosità dinamica 160°C	(ASTM D 3205)	0,30-0,60 Pa*s
- viscosità dinamica 180°C	(ASTM D 3205)	0,20-0,40 Pa*s

- ritorno elastico a 10°C	(CNR-B.U. 67/78)	70%
- ritorno elastico a 25°C	(CNR-B.U. 67/78)	90%

## **2.b) Modalità di esecuzione.**

Le superfici in conglomerato cementizio da trattare devono essere ben sagomate con rispetto delle pendenze, compatte, perfettamente stagionate, deumidificate, esenti da olii.

Eventuali ferri sporgenti dovranno essere tagliati. Si provvederà quindi ad una accurata pulizia generale della superficie mediante motosoffiatore e se necessario con motospazzatrice o getto di acqua ad alta pressione. Seguirà lo spargimento, con autocisterna termica, provvista di autonomo impianto di riscaldamento e barra di spruzzatura automatica, del bitume alla temperatura di circa 200°C in ragione di kg.2,5 al mq.

Seguirà l'immediata stesa sul manto di bitume di una membrana di tessuto non tessuto di poliestere ad alto titolo e tenacità della grammatura di 150-200 gr./mq.; sovrapposto nelle giunture di circa cm.20.

Per favorire l'adesione della membrana al piano di posa, nonché per perfezionare l'impregnazione del bitume al tessuto non tessuto, si procederà ad una leggera rullatura con rullo leggero gommato o metallico del tipo anche trainato a mano.

A lavoro ultimato il tessuto dovrà risultare perfettamente aderente al piano di posa ed impregnato di legante.

Sovrastante si procederà alla stesa della seconda mano di bitume con le medesime modalità, in ragione di kg.2 al mq. e fino a saturare il sottostante geotessile.

Terminata la formazione del manto si spargerà della sabbia fine in ragione di circa 2 kg./mq. con funzione distaccante per permettere il transito dei mezzi leggeri di lavoro.

Particolare cura dovrà essere usata per le finiture dei giunti, dei bocchettoni per lo smaltimento delle acque ed in prossimità dei cordoli.

I cordoli laterali dovranno essere trattati sulla loro altezza per circa cm.10 al fine di creare una continuità del manto impermeabile, previo protezione con teli per evitare annerimenti delle parti restanti a vista.

## **3. Guaine bituminose armate con non tessuti in poliestere**

### **3.a) Modalità di messa in opera.**

Il manto impermeabilizzante potrà essere realizzato con guaine preformate (membrane bitume-polimero termoplastico armate con geotessile non tessuto) di larghezza non inferiore a un metro, (preferibilmente di 2 metri), i cui costituenti rispondano, per caratteristiche meccaniche e quantità, alle normative stabilite nel seguito.

Per le modalità di preparazione delle solette e per le sistemazioni in prossimità dei coronamenti valgono le prescrizioni del precedente punto 1.f.

Tali guaine, previa fusione superficiale con fiamma all'intradosso, saranno ancorate al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione. Il manto impermeabile potrà anche essere realizzato con guaine costruite in opera, dopo la stesa del primer, spruzzando il legante a temperature non inferiori ai 180°C o 210°C, secondo la stagione e il tipo di legante, con idonei fusori, prima e dopo la messa in opera del non tessuto; in questo caso le strisce di non tessuto dovranno avere una larghezza non inferiore ai 2 metri per ridurre il numero dei giunti. Nel progetto andrà indicato il sistema di realizzazione, con guaine preformate o con guaine costruite in opera.

Si adotteranno, le masse bituminose impermeabilizzanti ed i non tessuti di armature di volta in volta adatti (seguendo le prescrizioni date nel seguito), a seconda delle caratteristiche degli impalcati e delle condizioni climatiche presenti al momento dell'esecuzione dei lavori. Nel caso di impiego delle guaine preformate si adotterà uno dei due seguenti metodi di messa in opera, usando per ognuno di essi un tipo apposito di guaina preformata (vedi anche punto 3.d).

#### 1° metodo di stesa

Guaina messa in opera direttamente sul primer, si adotterà indicativamente nel caso di solette lisce regolari, ben asciutte e stagionate, con temperature medie diurne dell'aria non minori di 10°C.

Verrà usata in questo caso una guaina preformata dello spessore complessivo di 4-5 mm., dei quali 2-3 mm. di massa bituminosa nella parte inferiore a contatto con il primer, ed un massimo di mm.0,5 di massa bituminosa al di sopra della armatura.

La stesa potrà essere effettuata a mano o, preferibilmente, con apposita attrezzatura che porti un rotolo di almeno due metri di larghezza e 100 di lunghezza, con batterie di almeno 15 bruciatori poste a cm.20 dall'intradosso della guaina; a ciò si deve aggiungere un rullo gommato che comprime la guaina sulla soletta (carico non inferiore a 1 kg/cm<sup>2</sup>).

#### 2° metodo di stesa

Guaina messa in opera sul primer, previa spalmatura a caldo di circa 1 kg/m<sup>2</sup> della stessa massa bituminosa che la costituisce (anche diluita con un massimo del 20% di bitume 60/70).

Si adotterà indicativamente nel caso di soletta con superfici scabre o irregolari e/o umide o ancora non perfettamente stagionate, con temperatura diurna dell'aria minore di 10°C. Verrà usata in questo caso una guaina preformata dello spessore complessivo di mm.3-4, dei quali mm.1-2 di massa bituminosa nella parte inferiore a contatto con la massa spalmata in

precedenza ed un massimo di mm.0,5 (come nel caso precedente) sempre di massa bituminosa, al di sopra dell'armatura.

Anche per questa stesa è preferibile la posa con apposita attrezzatura e non a mano.

In ambedue i casi descritti lo spessore del manto finito sarà dell'ordine dei 4-5 mm. e la sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta ( $2 \text{ kg/m}^2$ , misurati con le modalità descritte nel seguito per il primer).

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere, (escluso quello cingolato), e dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di  $10 \text{ kg/m}^2$ , in permeametro, a  $60^\circ\text{C}$ , per 5 ore, anche nelle zone di giunto.

### **3.b) Composizione e caratteristiche dei materiali e prove di accettazione degli stessi.**

I materiali da impiegare dovranno presentare la composizione e le caratteristiche precisate di seguito.

### **3.c) Primer.**

Primer di adesione alle superfici in calcestruzzo cementizio costituito da soluzioni in opportuni solventi selettivi di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento P.A. ( $85-90^\circ\text{C}$ ), additivato con miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo della evaporazione del solvente, al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

Il primer dovrà essere steso soltanto mediante spazzoloni su superfici asciutte prive di residui di lavorazione, olii grassi e polveri, o rese tali.

La percentuale di bitume e butadiene presenti nel primer all'atto della stesa sarà compresa tra il 25% ed il 50% in relazione alle condizioni della soletta.

La quantità del primer messo in opera sarà compresa tra  $350$  e  $500 \text{ g/m}^2$ .

L'adesione del primer alla soletta non dovrà risultare inferiore a  $2 \text{ kg/cm}^2$ , misurati in senso perpendicolare a quest'ultima (prova di trazione), con velocità di deformazione costante di  $1,27 \text{ mm/1'}$  e temperatura di  $20^\circ\text{C}$  ( $+5^\circ\text{C}$ ). La viscosità del primer, misurata in "tazza" Ford mm.0,4 a  $25^\circ\text{C}$ , dovrà essere compresa tra 20 e 25s (primer con 50% di residuo secco).

La messa in opera delle guaine verrà effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.

### **3.d) Massa bituminosa.**

Per lavori di maggiore importanza si useranno bitumi modificati con l'impiego di elastomeri termoplastici SBS, in modo da avere un punto di rammollimento P.A. di almeno  $130^\circ\text{C}$ ; per impieghi normali la massa bituminosa sarà costituita indicativamente da bitume leggermente modificato, in quantità non superiore al 70% in peso della massa costituente il legante mescolato con copolimeri di butilene e propilene e con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume.

Potranno in alternativa essere usati altri tipi di elastomeri, purchè compatibili con il bitume e con le temperature di fabbricazione e messa in opera.

Sarà escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale.

Le caratteristiche della massa bituminosa saranno le seguenti:

- Punto di rammollimento P.A. (CNR 35/73), $^\circ\text{C}$	130÷140
- Punto di rottura Fraass (CNR 43/74), $^\circ\text{C}$	max. -15
- Penetrazione a $25^\circ\text{C}$ (CNR 24/71), dmm.	20÷30

### **3.e) Armatura.**

Sarà costituita da un geotessile "non tessuto" ottenuto a partire da fibre di poliestere ad alto titolo e tenacità, solidamente collegate tra loro mediante legamento per agugliatura o legamento doppio. Le prove sull'armatura saranno effettuate su campioni che siano stati in precedenza tenuti in aria calda ( $180^\circ\text{C}$ ) senza tensione per 10 minuti. Le caratteristiche per l'armatura dopo tale condizionamento saranno:

- Resistenza alla punzonatura a  $40^\circ\text{C}$  (tempo di condizionamento di 15 minuti) su dischi liberi del solo non tessuto per un diametro di cm.10 e punzone sferico da mm.5. Velocità d'avanzamento del punzone  $25 \text{ mm/1'}$ ; 5 punzonature su due campioni. Valore finale ottenuto dalla media di due valori a loro volta medie di 5: non inferiore a kg.15.

- Peso dell'armatura: la massa per unità di superficie (CNR 110/85) del solo non tessuto dovrà essere non inferiore ai  $250 \text{ g/m}^2$ , per utilizzazioni su impalcati lisci o resi tali con l'impiego di bocciardature o riprese con malte di resina. Per impalcati con irregolarità superficiali superiori al centimetro (sotto regolo di m.1) saranno usate armature più pesanti fino a  $350 \text{ g/m}^2$ . La presenza di non tessuti di peso inferiore ai  $200 \text{ g/m}^2$  comporterà la non idoneità della guaina.

Le armature dovranno inoltre avere:

- variazioni dimensionali (tra  $-30^\circ\text{C}$  e  $+200^\circ\text{C}$ ) minori del 3%;
- punto di fusione (in bagno di opportuni olii) non inferiore a  $250^\circ\text{C}$ ;

- inalterabilità all'azione anche prolungata di sali, alcali, acidi ed idrocarburi ed all'azione dei microrganismi (immarcescibilità);
- perfetta adesione ed impregnabilità con le masse bituminose descritte in precedenza.

### **3.f) Guaina completa (preformata o costruita in opera).**

La guaina impermeabile completa avrà le seguenti caratteristiche:

- posizione asimmetrica dell'armatura rispetto alla massa bituminosa che sarà di spessore di circa mm.0,5 nella parte superiore, a contatto con il conglomerato bituminoso, e nella parte inferiore di spessore pari a:  
1° metodo di stesa: mm.2-3, se la guaina è messa in opera direttamente sul primer (spessore complessivo guaina mm.4-5).  
2° metodo di stesa: mm.1-2, se la messa in opera della guaina è preceduta, dopo la stesa del primer, da una spalmata della stessa massa bituminosa costituente la guaina in ragione di circa  $1 \text{ kg/m}^2$  (spessore complessivo guaina mm.3-4).  
In ambedue i casi lo spessore complessivo dell'impermeabilizzazione in opera sarà di mm.4-5. Posizioni dell'armatura diverse da quelle prescritte porteranno alla non idoneità della guaina stessa.

- Prova di piegatura a 5°C (eseguita dopo condizionamento per almeno due ore in ambiente a temperatura controllata, e nel tempo di 15 secondi dall'estrazione del campione da quest'ambiente), attorno a un tondino di acciaio del diametro di mm.10, anch'esso condizionato a 5°C, fino a far combaciare i bordi, su due campioni di cm.10x10.

La prova sarà eseguita piegando i campioni in senso longitudinale e trasversale, dalla parte col massimo ricoprimento di massa bituminosa. In quest'ultima non dovranno formarsi fessure nette.

Qualora la prova risulti negativa la guaina sarà non idonea.

- Prova di trazione nei due sensi (longitudinale e trasversale), su strisce larghe cm.5 e di lunghezza non superiore a cm.17:  
velocità di trazione 25 mm/1';  
temperatura  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ;  
in senso trasversale (media di 3 prove):  
resistenza: min. 100 kg/5 cm.  
allungamento: maggiore del 30% e minore del 60%;  
in senso longitudinale (media di 3 prove):  
resistenza: min. 90 kg/5 cm.  
allungamento: maggiore del 30% e minore del 60%.

- Punzonamento a caldo (40°C con tempo di condizionamento di 15 minuti) su dischi liberi per un diametro di cm.10 e punzone sferico diametro mm.5, dal lato superiore delle guaine:  
velocità di avanzamento del punzone 25 mm/1';  
5 punzonamenti per campione su due campioni.  
Valore finale ottenuto dalla media dei due valori a loro volta medie di 5: non inferiore a kg.15.

Le prove elencate, necessarie alla qualificazione delle guaine, potranno essere ripetute sui materiali effettivamente messi in opera.

## **4. Membrane elastiche continue in materiale sintetico spruzzate in opera**

Alta protezione adatta ai ponti di massimo pregio o in zona fortemente aggressiva o quando c'è forte impiego di sali antighiaccio.

### **4.a) Modalità di fabbricazione in opera.**

L'impermeabilizzazione deve essere realizzata con membrana continua ed omogenea su tutta la superficie superiore dell'impalcato, compresi i cordoli nella verticale interna ed in orizzontale, con piccolo rivolto (cm.3-5) sul paramento verticale esterno del cordolo. Anche eventuali canalette per cavi devono essere integralmente rivestite così da garantire una perfetta adesione al supporto in calcestruzzo esistente.

Il ciclo di impermeabilizzazione è costituito da un formulato poliuretano bicomponente, senza solvente, con poliisocianato in quantità almeno pari al 45% in peso del residuo secco, ad alto spessore, in grado di garantire una elevata protezione all'azione delle acque meteoriche, degli agenti aggressivi solidi e dei raggi UV.

Il ciclo di impermeabilizzazione deve poter essere utilizzato su supporti umidi, quindi dovrà sempre essere preceduto da un primer bicomponente senza solvente, di natura epossidica, reagente in presenza di umidità, al fine di garantire una perfetta compatibilità ed adesione al supporto.

La superficie in calcestruzzo da trattare dovrà risultare priva di prodotti disarmanti, materiali incoerenti (residui di boiacca), ferri di armatura emergenti e qualsiasi altro residuo di pavimentazione e/o impermeabilizzazione preesistente; a questo fine la superficie dovrà, in funzione dello stato del supporto e del microclima interessante la struttura, essere trattata con interventi

preparatori, per l'eliminazione di tutte le parti aventi una scarsa coesione ed aderenza in presenza di calcestruzzi stagionati e per l'apertura dei pori superficiali ed eliminazione dei disarmanti, sui calcestruzzi di nuova posa in opera.

A questi interventi preparatori dovrà seguire una accurata pulizia delle superfici interessate anche mediante idrolavaggio (preferibilmente in periodi caldi e o asciutti).

Potranno essere richiesti trattamenti di preparazione di:

- bocciatura;
- sabbiatura e/o idrosabbiatura;
- idroscarifica con acqua in pressione.

Nel caso risultassero presenti sulla superficie del supporto preparato, con le tecniche sovraesposte, delle degradazioni localizzate (vespai, lesioni, ecc.) o ferri di armatura scoperti o terminali di cavi di precompressione, nonché riprese di getto, discontinuità e fessure, si dovrà provvedere al risanamento o alla protezione di tali punti singolari, mediante stuccatura con adeguate paste epossidiche bicomponenti senza solvente.

Nel caso risultassero presenti dopo la fase di pulitura zone degradate per spessori superiori ai cm.3 di profondità, potrà essere necessario un ripristino con malte a ritiro compensato sintetiche o cementizie.

In alternativa si potrà trattare la superficie con stucchi ed impermeabilizzare l'avvallamento senza riempimenti; eccezionalmente si potrà intervenire con uno scarico nel punto di massima profondità, costituito da un tubo di plastica (P.V.C.) del diametro di cm.5, fuoriuscente per cm.10 dalla soletta, sigillato con lo stucco alla medesima, purché la sua localizzazione non sia tale da provocare stillicidi sulle travi sottostanti. Potranno ulteriormente essere necessari trattamenti d'impregnazione protettivi preventivi su solette nuove, sui calcestruzzi dei parapetti New Jersey o su altri parti in calcestruzzo dell'estradosso dell'impalcato.

La stesa del ciclo protettivo impermeabile dello spessore di mm.3 verrà effettuata con idonee attrezzature con caratteristiche "airless" o pompa volumetrica, purché permettano lo spruzzo del materiale partendo da componenti separati e miscelati in modo automatico. Dovrà essere possibile il trattamento continuo di superfici verticali ed angoli.

Le riprese di lavoro dovranno essere ridotte al minimo, salvo le esigenze particolari (lavoro a campioni, zona di attacco tra prodotti diversi, cordolo e soletta); in ogni caso dovrà essere assicurata una perfetta adesione tra vecchia e nuova membrana con pulizia, uso di primer e quant'altro occorra per dare perfetta continuità impermeabile ed aderente alla zona di ripresa.

#### **4.b) Mano di attacco per il collegamento della membrana impermeabile per la pavimentazione o irruvidimento per permettere l'apertura al traffico sulla sola impermeabilizzazione.**

La mano d'attacco tra membrana e pavimentazione sarà costituita da un bitume modificato con elastomeri termoplastici SBS non contenente solventi (flussanti), da spruzzare a caldo (190-200°C) o da spalmare a spazzolone in ragione di circa 2 kg/m<sup>2</sup> (mm.2 di spessore). Detto materiale dovrà essere spruzzato o spalmato anche sulla verticale dei cordoli che sarà coperta dalla pavimentazione.

La posa in opera di detta mano avverrà almeno dopo 30-60 minuti dalla stesa del ciclo impermeabilizzante.

L'irruvidimento ove richiesto sarà ottenuto mediante inglobamento nel ciclo impermeabile di graniglia calcarea lavata ed essicata, di pezzature mm.2-3, cosparsa uniformemente con mezzi meccanici in ragione di Kg.1,5-2 di graniglia per m<sup>2</sup> di membrana. Lo spargimento della graniglia dovrà essere fatto ad avvenuta applicazione della membrana, quando la viscosità della stessa sarà tale da bagnare la graniglia senza inglobarla completamente.

#### **4.c) Sistema di smaltimento acque, suo collegamento con l'impermeabilizzazione.**

Potranno presentarsi diverse condizioni: il ponte ha i pluviali di raccolta completamente attrezzati, completamente degradati o inesistenti. L'Impresa esecutrice dell'impermeabilizzazione dovrà curare in ognuno dei casi sopraindicati, la sistemazione delle opere attinenti la parte bocchettone e griglia superiori, ed il loro collegamento con l'impermeabilizzazione e la pavimentazione, in pratica tutte le operazioni che si possono compiere stando sull'impalcato, restando le altre, eventualmente, a cura di altre Imprese specializzate, il cui intervento dovrà comunque essere tempestivo (entro 1 o 2 mesi). Le operazioni di impermeabilizzazione e di pavimentazione non dovranno in nessun modo danneggiare le attrezzature di smaltimento preesistenti e/o ricostruite; l'Impresa alla stesa della pavimentazione, qualora non abbia messo in evidenza difetti di esecuzione preesistenti il suo intervento, dovrà essere tenuta alla riparazione ed al reintegro di dispositivi danneggiati o non funzionanti, a sua cura e spese. Opportune sanzioni saranno comminate all'Impresa esecutrice qualora non adempia con attenzione a questi compiti.

Per esempio, qualora il collegamento impermeabilizzazione-smaltimento acque non venga eseguito come in precedenza richiesto, potrà essere operata, a giudizio della D.L., una detrazione fino al 100% (cento per cento) sui prezzi di impermeabilizzazione e di pavimentazione (strati di collegamento e di usura) della quota parte di impalcato non opportunamente drenato.

#### **4.d) Caratteristiche dei materiali del ciclo impermeabilizzante.**

##### **PRIMER**

Composizione: resina epossidica bicomponente senza solvente, compatibile con fondi umidi in quantità tale da impregnare le

superfici creando un leggero film continuo su di esse, indicativamente  $250 \text{ g/m}^2$  medi.

Catalizzatore: poliammidico.

Massa volumica: resina più catalizzatore  $1.0-1,1 \text{ kg/dm}^2$  (UNICHIM 34-1969).

Applicazione: spruzzo.

#### STUCCO

Composizione del legante: resina sintetica bicomponente senza solvente.

Catalizzatore: poliammidico.

Massa volumica dello stucco: resina più catalizzatore più riempitivo  $1,4\pm 0,1 \text{ kg/dm}^2$  (UNICHIM 34-1969).

Residuo secco (perdita di ammine volatili):  $99\pm 1\%$  in massa (AM-P-01-11).

Viscosità: tixotropica (FTMS 141a - 4281).

Assorbimento acqua: minore di  $0,2\%$  (ASTM D 570).

Adesione di cls.: rottura coesiva del supporto (ASTM D 2197/68).

Applicazione: spatola o spruzzatrice apposita se autorizzata.

#### MANO D'ATTACCO (COLLEGAMENTO) MEMBRANA / PAVIMENTAZIONE (IN LUOGO DELL'IRRUVIDIMENTO)

Bitume di penetrazione a  $25^\circ\text{C}$  uguale a  $100-120 \text{ dmm}$ , modificato con circa il  $6\%$  di elastomeri termoplastici SBS, applicato a caldo ( $T= 160-180^\circ\text{C}$ ).

Tale legante modificato deve avere le seguenti caratteristiche:

Punto di rammollimento P.A.:  $62-68^\circ\text{C}$ .

Penetrazione a  $25^\circ\text{C}$ :  $50-60 \text{ dmm}$ .

Indice di penetrazione: min.  $+2$ .

Punto di rottura (Fraass):  $-20^\circ\text{C}$ .

#### MEMBRANA IMPERMEABILIZZANTE

Formulato poliuretanico bicomponente senza solvente, ad alto spessore (almeno  $\text{mm}.3$ ) con poliisocianato in quantità almeno pari al  $45\%$  in peso sul residuo secco.

Catalizzatore: poliisocianato.

Residuo secco:  $90\%$  in peso sul totale (AM-P-01-11).

Massa volumica della membranacatalizzata:  $0,9-1,1 \text{ kg/dm}^3$  (UNICHIM 34-1969).

Temperatura massima del prodotto durante l'applicazione:  $+50^\circ\text{C}$ .

Applicazione: spruzzo, anche con manovra manuale, con pompe volumetriche ad alta pressione con controllo automatico del dosaggio e della portata.

Adesione al supporto: dopo 48 ore a  $23\pm 2^\circ\text{C}$  spessore  $\text{mm}.2$ , maggiore e/o uguale  $1,5 \text{ N/mm}^2$  (ASTM 2197-68).

Durezza Shore-A: 72 (DIN 53505).

Carico di rottura a trazione: maggiore e/o uguale  $10 \text{ Mpa}$  (DIN 53504).

Sistema di applicazione di potenzialità adeguata alle quantità da eseguire, con manovra preferibilmente automatica.

Le resistenze a 8 ore dalla stesa della membrana finita dovranno essere tali da permettere l'apertura al traffico anche pesante sulla sola impermeabilizzazione.

L'irruvidimento eventuale sarà eseguito senza stesa di legante aggiuntivo direttamente sul materiale non indurito della membrana, fino a dare uno spessore globale finito (sistema sintetico + inerti o granuli emergenti) di  $\text{mm}.4$  circa. Prima della stesa della pavimentazione dovrà comunque essere usata la mano di attacco con bitume modificato.

### ART. 51

#### 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  $\text{kg}.400$  di cemento per  $\text{m}^3$  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  $\text{kg}.350$  di cemento per  $\text{m}^3$  di sabbia; quelle per intonaci, con  $\text{kg}.400$  di cemento per  $\text{m}^3$  di sabbia e così pure quelle per la stuccatura dei parametri 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.

Nella manipolazione dell'impasto si impiegherà quella sola quantità di acqua che sarà necessaria per ottenere una malta perfettamente omogenea.

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

Per determinate opere e se richiesto dagli oneri previsti nei singoli prezzi di elenco, per i tipi e classi di malte si farà riferimento metodologico alle norme di cui al D.M. 20/11/87.

## **ART. 52**

### **MURATURE**

#### **A - MURATURE IN LATERIZIO O CALCESTRUZZO**

Le murature sono costituite da elementi resistenti in laterizio o calcestruzzo aventi generalmente forma parallelepipedica e distinti in categorie: pieni, semipieni, forati. (D.M. 14/01/2008).

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

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

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di cm 1, nè minore di  $\frac{1}{2}$  cm.

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

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

#### **B - 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.

#### **C - MURATURE DI PIETrame E MALTA**

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

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

Le pietre, prima del collocamento in opera, dovranno essere diligentemente pulite 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 grezzo;
- 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 grezzo, le facce viste dei singoli pezzi dovranno essere ridotte, col martello a punta grossa, a superficie piana poligonale; i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

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

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

Nel paramento a corsi regolari, i conci dovranno essere resi perfettamente piani e squadriati, con la faccia vista rettangolare, lavorata a grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiori di cm.5. La Direzione dei Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari del paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressochè regolari, quanto in quelli 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 connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

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

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere e da qualche altra materia estranea, lavandole a grande acqua e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e 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.

#### **D - MURATURE DI CALCESTRUZZO CON PIETRAMME ANNEGATO** **(Calcestruzzo ciclopico)**

Quando la Direzione Lavori l'avrà preventivamente autorizzato, potrà essere impiegato per determinate opere murarie (muri di sostegno, sottoscarpa, riempimento di cavi o pozzi di fondazioni, briglie, ecc.) pietrame annegato nel calcestruzzo, sempre però di dimensioni mai superiori a  $\frac{1}{3}$  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.

#### **E - 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, in 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, nè cavità nelle facce, nè 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 ammacchi si verificassero, sia al momento della posa in opera, sia dopo sino al collaudo.

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

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

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

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

#### **F - RIBOCCATURE**

Le riboccature sui muri esistenti o sui muri a secco verranno eseguite con malta cementizia composta con q.5 di cemento e mc.1 di sabbia.

Prima dell'applicazione della malta le connessure saranno diligentemente ripulite fino ad una conveniente profondità, lavate con acqua abbondante e poi riscagliate, ove occorra, e profilate con apposito ferro.

#### **G - RIVESTIMENTI IN PIETRE DI MURATURA IN C.C.**

Le facce a vista in pietrame potranno essere del tipo in bozze o del tipo ad opera incerta.

La Direzione Lavori potrà prescrivere l'altezza massima e minima dei singoli corsi, come pure scegliere il tipo e la qualità del materiale da impiegare.

Per quanto riguarda la modalità di esecuzione si rimanda a quanto specificato per le murature di pietrame e malta ed in pietra da taglio.

L'esecuzione potrà avvenire contemporaneamente al getto in conglomerato cementizio oppure in tempi diversi.

Nel secondo caso si dovrà provvedere ad assicurare il perfetto ammorsamento del rivestimento al muro esistente.

### **ART. 53**

#### **SOVRASTRUTTURA STRADALE**

##### **PREMESSA**

**Il presente Articolo contiene le prescrizioni relative alle modalità delle lavorazioni, ai materiali ed ai controlli utili alla realizzazione e alla manutenzione a perfetta regola d'arte delle pavimentazioni stradali di competenza di questa Stazione Appaltante.**

Nel documento è tenuta in considerazione l'entrata in vigore delle norme europee per la marcature CE degli aggregati UNI EN 13043 e delle norme europee per la marcature CE dei conglomerati bituminosi UNI EN 13108, che impongono ai Produttori di caratterizzare il prodotto (l'aggregato o il conglomerato bituminoso) garantendo che esso sia realizzato in conformità con tutti i requisiti di qualità (opportunosamente verificati da un ente terzo), da una parte, effettuando su di esso prove iniziali per definirne i requisiti principali, e, dall'altra, sottoponendo l'impianto e la produzione ad una periodica e costante sorveglianza.

L'impostazione delle seguenti voci ha carattere sia prescrittivo, sia prestazionale secondo cui, oltre alla rigida definizione del percorso che porta alla composizione dei materiali ed alla loro posa in opera, assume valore la prestazione finale di tali materiali, valutata attraverso opportune prove prestazionali dinamiche atte a definire il comportamento meccanico dei materiali posati attraverso specifici parametri di controllo.

Nel caso dei materiali utilizzati per fondazione, sottofondazione o sottobase e stabilizzati con leganti idraulici, i parametri prestazionali di controllo sono identificati in:

2.a) Resistenza allo stato limite di rottura.

Nel caso dei conglomerati bituminosi e conglomerati riciclati a freddo (con schiumati o emulsioni) parametri prestazionali di controllo sono identificati in:

1. Modulo di rigidità;
2. Resistenza alla fatica;
3. Resistenza all'ormaiamento;
4. Resistenza alla deformazione permanente.

**Vista la complessità di alcune delle prove citate, alcune di queste non vengono rese obbligatorie ma sono da eseguirsi solo su specifica richiesta della D.L.**

Le norme di riferimento per esecuzione delle principali prove sui materiali e sugli elementi componenti sono da eseguirsi in conformità con le ultime norme recepite dall'Organismo UNI e riportate nel presente documento.

Le norme di riferimento per esecuzione delle principali prove sui materiali e sugli elementi componenti sono da eseguirsi in conformità con le ultime norme recepite dall'Organismo UNI e riportate nel presente documento.

#### **A) - SOVRASTRUTTURA STRADALE: ELEMENTI TECNICI**

Per le sedi unidirezionali delle carreggiate, nei tratti in rettilineo, ed anche per le banchine, si adotterà, in termini generali, una pendenza trasversale del 2,5%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che il Progettista stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tratti di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilinei o altre curve precedenti e seguenti.

Le quote stabilite in progetto potranno essere comunque modificate dalla Direzione Lavori sulla base delle misurazioni e delle valutazioni effettuate in fase esecutiva.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto dal progetto, in base ai risultati di indagini geotecniche e prove di laboratorio preliminari e in fase di intervento.

L'Impresa indicherà alla Direzione Lavori i materiali: bitume modificato, bitume, emulsione, la natura degli aggregati lapidei, la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli delle presenti Prescrizioni tecniche.

La Direzione Lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, per il controllo delle caratteristiche richieste. Tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere fissi, mobili o nelle sedi di laboratori sopraddetti.

I materiali da impiegare nelle lavorazioni dovranno, in generale, rispondere a quanto stabilito in norme o regolamenti ufficiali in vigore in materia di costruzioni ed, in ogni caso, prima della loro posa in opera, dovranno essere riconosciuti come idonei dalla Direzione Lavori. Nonostante ciò, l'impresa rimane *in toto* responsabile della buona riuscita delle opere, infatti, l'approvazione della Direzione Lavori circa i materiali, le attrezzature, le tecnologie di produzione e messa in opera, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Impresa avrà cura di garantire la costanza, nell'omogeneità e nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura posta in opera.

La sovrastruttura stradale comprende gli strati della fondazione e gli strati della pavimentazione. Sulla base dei calcoli strutturali effettuati dal Progettista, lo strato di fondazione, realizzato con materiale legato con emulsione bituminosa modificata o con bitume schiumato, potrà sostituire lo strato di base in conglomerato bituminoso prodotto a caldo in impianto.

I materiali utilizzati dovranno essere sottoposti ad un controllo prestazionale delle caratteristiche.

#### **A.1 FONDAZIONE STRADALE**

Nella tabella seguente sono riportati i materiali utilizzati per la formazione della fondazione stradale specificati nelle presenti Norme tecniche:

<b>TIPOLOGIE DEI MATERIALI UTILIZZATI PER LA FONDAZIONE STRADALE</b>		
<b>DESCRIZIONE</b>	<b>TIPO</b>	<b>MATERIALI</b>
MISTO GRANULARE	NON LEGATA	Aggregati lapidei naturali e riciclati
MISTO CEMENTATO	LEGATA	Aggregati lapidei naturali e cemento
TERRENO TRATTATO A CALCE	LEGATA	Terreno fine plastico con caratteristiche A6 A7-6 o ghiaie argillose di caratteristica A2-6 A2-7 e calce
TERRENO TRATTATO A CALCE E CEMENTO	LEGATA	Terreno fine plastico con caratteristiche A6 A7-6, ghiaie argillose di caratteristica A2-6 A2-7 e calce, terre A4 e A5, calce cemento
CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON	LEGATA	Conglomerato bituminoso fresato, bitume

BITUME SCHIUMATO		schiumato e cemento
CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA	LEGATA	Conglomerato bituminoso fresato, emulsione di bitume modificato e cemento

I materiali utilizzati per la formazione della fondazione stradale dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalla Norme armonizzata UNI EN 13242: “Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l’impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade”.

I materiali riciclati dalle demolizioni dovranno essere conformi alle seguenti norme:

- Decreto Ministeriale (Ambiente) 8 maggio 2003, n° 203 (Utilizzo di materiale riciclato);
- Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998, n° 22 (Procedure di recupero dei rifiuti non pericolosi).

L’Impresa è tenuta a presentare studio della miscela che intende utilizzare con congruo anticipo rispetto all’inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione. Lo studio dovrà almeno contenere indicazioni relativamente a:

- 1.a) curva di costipamento del materiale;
- 1.b) attestazione di conformità alla Direttiva Prodotti da Costruzione (89/106 – CEE) secondo il sistema vigente;
- 1.c) descrizione del metodo di lavorazione delle miscele;
- 1.d) fonti di approvvigionamento dei materiali;
- 1.e) valori caratteristici di resistenza delle miscele prodotte come richiesto dalle presenti Norme Tecniche.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati ottenuti ed ha facoltà di richiedere all’Impresa ulteriori analisi sulle miscele e sui materiali presso un proprio laboratorio incaricato.

L’Impresa dovrà attenersi scrupolosamente allo studio preliminare approvato dalla Direzione Lavori.

#### **A.1.a) Protezione superficiale dei singoli tipi di fondazione stradale sotto riportati.**

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura per ogni singolo tipo di fondazione stradale sottoriportato, dovrà essere eseguito, se la D.L. lo riterrà opportuno, lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1,2 kg/m<sup>2</sup>, in relazione alle temperature ambientali ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto ed il successivo spargimento di sabbia.

### **A.1.1 MISTO GRANULARE NON LEGATO**

#### **DESCRIZIONE**

Il misto granulare non legato è costituito da una miscela di aggregati ottenuti mediante trattamento di materiali naturali, artificiali o riciclati.

Il prodotto dovrà essere conforme alla norma UNI EN 13285 “Miscele non legate - specifiche”.

#### **A.1.1.a) MATERIALI COSTITUENTI**

##### **A.1.1.a)-1 AGGREGATI**

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

1. UNI EN 932-3 “Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata”;
2. Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;
3. Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13242 “Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l’impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade”.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 “Metodi di campionamento degli aggregati”.

Gli aggregati lapidei utilizzati dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DEGLI AGGREGATI (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NON LEGATO)</b>					
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>	<b>CATEGORIA (UNI EN 13242)</b>
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D <sub>max</sub>	mm	≤40	-
Requisito di granulometria (per ogni classe utilizzata)	UNI EN 933-1	G <sub>C</sub>	%	-	G <sub>C</sub> 80-20
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤30	LA <sub>30</sub>
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	F <sub>1</sub>
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥70	C <sub>70</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤35	FI <sub>35</sub>
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI	%	≤35	SI <sub>35</sub>
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	ES	%	≥50	-
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-	W <sub>L</sub>	%	≤15	-

	12				
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	I <sub>p</sub>	%	N.P.	-
Componenti idrosolubili	UNI EN 1744-3			ASSENTI	-
Sostanze organiche	UNI EN 1744-1			ASSENTI	-

#### **A.1.1.a) -2 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA**

La miscela degli aggregati impiegati per il confezionamento del misto granulare non legato per lo strato di fondazione dovrà avere le caratteristiche granulometriche conformi ai requisiti definiti nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DELLA MISCELA (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NON LEGATO)</b>					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13285)
Designazione della miscela	UNI EN 13285	-	-	0/40	-
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 13285	UF	%	≤ 5	UF <sub>5</sub>
Contenuto minimo dei fini	UNI EN 13285	LF	%	≥ 2	LF <sub>2</sub>
Sopravaglio	UNI EN 13285	OC	%	da 85 a 99	OC <sub>85</sub>
Classificazione granulometrica	UNI EN 13285	G <sub>0</sub>	-	-	G <sub>0</sub>

La composizione granulometrica, determinata in conformità alla norma UNI EN 13285 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

<b>FUSO GRANULOMETRICO (per misto granulare non legato)</b>	
<b>APERTURA SETACCI (mm)</b>	<b>PASSANTE IN MASSA (%)</b>
40	100
31,5	85 - 99
16	50 - 78
8	31 - 60
4	18 - 46
2	10 - 35
1	6 - 26
0,5	4 - 20
0,063	2 - 5

L'Impresa dovrà inoltre effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della fondazione stradale. Tale studio dovrà comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia Proctor Modificata (UNI EN 13286-2) e l'indice di portanza CBR in condizioni di saturazione (UNI EN 13286-47).

Lo studio della miscela, la fonte di approvvigionamento e le modalità di produzione dovranno essere documentate e presentate alla Direzione Lavori entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

L'Indice di portanza CBR sul materiale passante al setaccio 45, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, dovrà essere superiore a 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di +2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

<b>TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NON LEGATO)</b>	
<b>MATERIALE COSTITUENTE</b>	<b>TOLLERANZE AMMESSE</b>
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2 mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2 mm e trattenuto al setaccio 0,063 mm)	± 2%

Il misto granulare non legato costipato in opera dovrà avere le caratteristiche di addensamento e di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DELLO STRATO DI FONDAZIONE (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NON LEGATO)</b>				
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	DIN 18125 – UNI EN 13286-2	-	%	> 95
Modulo di compressibilità (portanza su piastra con intervallo fra 0,15 e 0,25 N/mm <sup>2</sup> )	CNR 146	M <sub>E</sub>	MPa	> 80

Per un maggior numero di controlli in opera potranno essere utilizzate piastre dinamiche del tipo Light FWD ma solo se correlate ad un valore reale misurato in situ della piastra statica e con l'unico scopo di aiutare operativamente l'impresa e la D.L. sulle modalità di compattazione che si stanno ottenendo.

#### **A.1.1.a) – 3 POSA IN OPERA DEL MATERIALE**

Il materiale Misto granulare non legato per l'esecuzione della fondazione stradale dovrà essere messo in opera a strati di spessore uniforme e non superiore a cm 25. Ogni strato dovrà essere costipato alla densità prevista e, qualora necessari, l'Impresa dovrà aggiungere acqua, mediante spruzzatura, fino al raggiungimento della quantità prescritta in funzione del massimo addensamento.

Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alle pendenze finali così da evitare ristagni d'acqua e danneggiamenti. L'Impresa non potrà procedere alla stesa degli strati successivi senza l'approvazione della Direzione Lavori.

Lo spessore dovrà essere quello previsto dal Progettista o dal Direttore Lavori, con una tolleranza di  $\pm 5\%$ , purché tale tolleranza si presenti solo saltuariamente.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm. La verifica sarà effettuata mediante l'utilizzo di un'asta con lunghezza di m 4,00 posizionato secondo due direzioni ortogonali.

Il materiale dovrà essere steso mediante l'utilizzo di grader o vibrofinitrici e costipato con rulli vibranti gommati e/o combinati (cilindri in ferro e gomma).

Le lavorazioni dovranno essere sospese in caso di condizioni ambientali sfavorevoli (precipitazioni meteoriche, gelo) per non compromettere le caratteristiche della fondazione. Eventuali porzioni di materiale alterato da eccessiva quantità di acqua o da deformazioni dovute al gelo, dovranno essere rimosse e ripristinate.

#### **A.1.2. STABILIZZAZIONE A CALCE**

##### **A.1.2.a) STABILIZZAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI E DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA**

I piani di posa avranno l'estensione dell'intera area di appoggio del rilevato ovvero della fondazione stradale nel caso di sezione in trincea, e potranno essere continui o gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione Lavori. Le quote dei suddetti piani saranno stabilite di volta in volta dal progettista dell'opera e saranno raggiunte praticando i necessari scavi di sbancamento.

Nel caso, alla predetta quota si rilevi la presenza di terreni con contenuto di materiale organico non superiore al 3.00 % e classificabili, secondo la normativa CNR-UNI 10006, come appartenenti alle seguenti categorie :

1. A5 con  $I_p > 8$
2. A6 e A7
3. A2-6 e A2-7 con una frazione passante al setaccio 0,40 UNI non inferiore al 35%

La Direzione Lavori, se lo riterrà opportuno, potrà commissionare all'appaltatore un'indagine sperimentale atta a stabilire la reattività della terra in sito con la calce, e quindi ordinare la miscelazione/stabilizzazione della stessa con calce viva o idrata.

Le modalità di impiego e la scelta della miscela dovranno essere del tipo di seguito elencate.

##### **A.1.2.a) -1 MATERIALI**

###### **A.1.2.a) -1a TERRE**

La terra utilizzabile per la formazione del corpo del rilevato stradale, dei sottofondi o dei cassonetti in trincea, per la stabilizzazione a calce (calce aerea), deve essere costituita da materiali provenienti da cave autorizzate o presenti in sito con contenuto di materiale organico (non superiore al 2% della specie  $SO_3$  e determinabile mediante ossidazione con bicromato di potassio - AFNOR NF P 94-055) e classificabili, secondo la normativa CNR-UNI 10006 come appartenenti alle seguenti categorie :

1. A6 e A7 (indice di plasticità normalmente  $\geq 10$ );
2. A2/6 e A2/7 con una frazione passante al setaccio 0.425 UNI non inferiore al 35% .

Risultati migliori si ottengono con i terreni con elevata attività quali le argille montmorillonitiche (A - 7).

Qualora le terre presentino, prima della miscelazione con calce, un valore del pH inferiore a 7 (determinabile seguendo le indicazioni relative alla norma ASTM D 4972-89) il tempo necessario per la stabilizzazione subirà un notevole aumento ed occorrerà effettuare un controllo prima di procedere all'apertura al traffico.

Nel caso di terre appartenenti ai gruppi A4 e A5 della classifica CNR UNI 10006 la calce aerea verrà utilizzata esclusivamente per ridurre l'umidità del terreno naturale per esigenze di compattazione. In questo caso non si otterranno infatti effetti sulle caratteristiche meccaniche dei materiali che potranno essere raggiunti mediante la miscelazione, successivamente alla calce, di leganti idraulici quali cemento Portland 32.5. I requisiti meccanici della miscela Terra-Acqua-Calce aerea-Cemento, dovranno essere i medesimi richiesti per la miscela Terra-Acqua-Calce aerea. La miscelazione combinata calce aerea cemento potrà essere utilizzata anche in presenza di argille ad elevata plasticità o qualora non possa essere garantita una maturazione protetta da acque di infiltrazione nello strato per un periodo compreso tra 20-40 gg dalla stabilizzazione.

###### **A.1.2.a) -1b CALCE**

La calce da impiegare nella stabilizzazione deve essere calce aerea preferibilmente del tipo viva macinata, sfusa o in sacchi. E' ammesso, previa accettazione della D.L., anche l'utilizzo di calce idrata in polvere, sfusa o in sacchi, solamente qualora le condizioni di umidità del terreno naturale siano sensibilmente inferiori a  $w_{opt}$ , oppure qualora vi siano problemi relativi alla sicurezza di persone o possibilità di danneggiare beni. Entrambi i tipi dovranno rispondere ai requisiti di accettazione indicati nel R.D. 2231 del 16 novembre 1939.

Qualora venga impiegata calce idrata invece che calce viva la percentuale di calce viva definita dalle prove di laboratorio ed accettata dalla Direzione Lavori dovrà essere maggiorata di 1/5.

Nel caso di approvvigionamento di calce in sacchi, questi dovranno riportare il marchio di fabbrica del produttore ; nel caso di calce sfusa l'indicazione dovrà risultare dai documenti di viaggio.

La calce dovrà risultare del tipo indicato in tabella 1, (valori percentuali in peso).

Requisito	Calce Viva	Calce Idrata
CO <sub>2</sub>	≤ 4%	-
(CaO + MgO) Totali	≥ 90%	-
MgO	≤ 10%	≤ 10%
SO <sub>3</sub>	≤ 2%	≤ 2%
Titoli in idrati	-	≥ 90%
SiO <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + SO <sub>3</sub>	≤ 5%	≤ 5%

**Tab.1**

I valori sopra riportati per la calce viva corrispondono alla condizione di prodotto alla consegna, mentre per la calce idrata tali valori corrispondono ad una condizione di prodotto con contenuto in umidità 2%.

Si dovranno inoltre ottenere da un'analisi granulometrica i parametri di tabella 2.

Requisito	Calce Viva	Calce Idrata
Pezzatura	≤ 2 mm	-
Passante al setaccio con luce netta da :	200 μm ≥ 95%	90 μm ≥ 85%

**Tab.2**

Sarà obbligo dell'Impresa fornire alla D.L. la certificazione inerente i leganti impiegati e soprattutto le bolle di accompagnamento di tutti i carichi di calce

La calce viva e la calce idrata dovranno essere stese nelle seguenti percentuali:

- 6.a) Minimo 3% sul peso secco del terreno per la realizzazione del piano di posa;
- 6.b) % da definirsi sulla scorta dei risultati delle prove di laboratorio per la realizzazione del rilevato e comunque non inferiori al 3% del peso secco del terreno.

Tali quantitativi, riferiti all'impiego di ossido di calce, dovranno essere maggiorati di 1/5 qualora si utilizzi calce idrata.

#### **A.1.2.a) -1c ACQUA**

L'acqua utilizzata per conferire agli impasti terra-calce il tenore di umidità ottima e per mantenere questo tenore durante l'eventuale periodo di maturazione deve essere dolce, limpida ed esente da impurità dannose (oli, acidi, cloruri, solfati e materie organiche) (UNI 8981/7 -UNI 9858).

#### **A.1.2.a) -1d CEMENTO**

Nel caso in cui per il raggiungimento di determinate caratteristiche meccaniche, la D.L. prevedesse di utilizzare cemento alla miscela, questo dovrà essere di tipo Portland 32,5 e dovrà essere steso in sacchi o sfuso in quantità almeno pari al 3% sul peso a secco del terreno.

#### **A.1.2.a) -2 COSTITUZIONE DELLA MISCELA**

Per la preparazione del piano di posa si dovrà miscelare il terreno in sito con una percentuale di ossido calce pari almeno a 3% sul peso secco.

Per la costituzione del rilevato, la Direzione Lavori, preliminarmente all'inizio delle lavorazioni, dovrà definire il programma di indagini di laboratorio, da eseguirsi presso laboratori ufficiali, sia sui terreni di risulta degli scavi di sbancamento sia su materiali provenienti da cave di prestito autorizzate, al fine di determinare la miscela più idonea.

Nella fase preliminare all'esecuzione dei lavori di scavo e contestualmente ad essi, l'Impresa dovrà farsi carico degli oneri relativi all'esecuzione degli scavi campione con prelievo di saggi ed effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche come richiesto dalla D.L. rispettando scrupolosamente le prescrizioni.

Le analisi da eseguirsi (a totale carico dell'Impresa) vengono di seguito descritte:

##### **a) Analisi granulometrica**

Si dovrà eseguire, dopo avere misurato il tenore di umidità naturale, secondo la norma CBR-UNI 10008 l'analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione (determinata in conformità alla norma UNI EN 13285, ovvero la UNI EN 12697-2) utilizzando la serie di setacci base + 2.

##### **b) Determinazione della capacità stabilizzante della calce**

Tale prova viene anche definita come consumo iniziale di calce (CIC) e rappresenta la quantità di calce necessaria per soddisfare le reazioni immediate terra-calce, in relazione alla capacità di scambio cationico dei minerali d'argilla. Tale valore dovrà essere determinato utilizzando il metodo riportato in appendice B. Il valore di CIC deve essere maggiore dell'1.5%.

##### **c) Determinazione del contenuto di sostanze organiche**



Il tenore in materie organiche del terreno deve essere inferiore al 2% in massa<sup>3</sup>, determinato mediante il metodo titrimetrico al bicromato di potassio (AFNOR NF 94-055).

La D.L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

#### **d) Determinazione del contenuto di solfati**

La reazione con la calce dei solfati provoca un consumo supplementare e possono nel tempo originarsi composti espansivi. La presenza percentuale dei solfati ( $\text{SO}_3$ ), determinati secondo la Norma UNI 8520 parte 11<sup>a</sup> (metodo gravimetrico o fotometrico), deve essere non superiore al % in peso. Nel caso di utilizzo di gesso per accelerare l'indurimento della miscela TCA occorre che il quantitativo di quest'ultimo sia inferiore a valori dell'1% del peso secco del terreno.

#### **e) Limiti di consistenza**

Il comportamento della terra in sito e della miscela all'acqua dovrà essere indagato attraverso la determinazione dei limiti di Atterberg (limite liquido ( $w_L$ ), limite plastico ( $w_P$ )) effettuata secondo la Norma CNR-UNI 10014 sul materiale passante al setaccio 0.425 UNI. Si riterrà idonea una terra che, dopo stabilizzazione, presenti un abbattimento dell'indice di plasticità non inferiore al 25%.

#### **g) Determinazione del valore di blu VB**

Con tale prova si determina la quantità di blu di metilene adsorbita selettivamente dalle superfici dei minerali d'argilla contenuti nella terra; tale quantità è proporzionale alla superficie specifica delle particelle argillose e pertanto misura globalmente la quantità e l'attività della frazione argillosa della terra. Perché una terra sia accettabile deve presentare un valore di blu VB > di 200 centimetri cubi di soluzione (10 g/l) di blu di metilene per 100 grammi della frazione di terra passante al setaccio 0.25 mm UNI 2332, determinato in conformità alla Norma UNI 8520 parte 15<sup>a</sup>.

#### **i) Determinazione del valore dell'indice di portanza CBR**

Si deve determinare il valore dell'indice CBR su provini confezionati secondo la normativa CNR-UNI 10009 punto 3.2.1. , compattati secondo la prova Proctor AASHO ST T 99 e tenuti a maturare 7 giorni in aria a 20° - 1° C° e U.R. > 95% (presaturazione) e poi saturati 4 giorni in acqua a 20° - 1° C° (postsaturazione), lo studio dovrà prevedere l'impiego di due provini per ogni valore di umidità della miscela ed inoltre dovranno essere analizzate almeno tre miscele con tenori di calce crescenti a partire dal valore minimo del CIC aumentato dello 0.5%. (ed eventualmente tenori variabili di cemento definiti dalla D.L. superiori comunque al 3%). Si riterranno idonee le miscele che presentano le seguenti caratteristiche :

Piani di posa dei rilevati:

C.B.R. - 50 e Rigonfiamento Lineare (RL) - 1.0%

Rilevati:

C.B.R. - 60 e Rigonfiamento Lineare (RL) - 1.0%

In sommità al rilevato, prima della posa della piattaforma:

C.B.R. - 70 e Rigonfiamento Lineare (RL) - 0.5%

Piattaforma :

C.B.R. - 80 e Rigonfiamento Lineare (RL) - 0.5%

Si richiede inoltre, per la piattaforma, l'esecuzione di prove CBR di miscele terra calce cemento dopo 28 gg di maturazione a 20 - 1 °C e U.R. > 95% e poi saturati per 7 gg in acqua a 20° - 1° C. Si riterranno idonee le miscele che presentano le seguenti caratteristiche :

Piattaforma :

C.B.R. - 90 e Rigonfiamento Lineare (RL) - 0.5%

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO ST T 99 e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di calce, permettendo di definire come variano con la quantità di leganti i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

#### **l) Determinazione della resistenza a compressione ad espansione laterale libera**

La determinazione della Resistenza a Compressione ad Espansione Laterale Libera ( $R_c$ ), viene eseguita su provini apribili del tipo C.B.R. (UNI EN 13286-41) compattati secondo AASHO ST T99, metodo D, avvolti in pellicola di polietilene e tenuti a maturare 7 giorni in aria a 20° - 1° C° e U.R. > 95%. Si riterranno idonee all'impiego le miscele che presentano le seguenti resistenze a compressione :

Piani di posa dei rilevati :  $R_c \geq 0.8 \text{ MPa}$

Rilevati :  $R_c \geq 1.0 \text{ MPa}$

Piattaforma e sottobasi :  $R_c \geq 2.5 \text{ MPa}$

Qualora venga prevista l'aggiunta di cemento alla miscela per migliorarne le caratteristiche meccaniche, si richiedono, prove di compressione ad espansione laterale libera di miscele terra calce ( o terra calce cemento) dopo 28 gg di maturazione eseguita su provini apribili del tipo C.B.R. (UNI EN 13286-41) compattati secondo AASHO ST T 99, metodo D, avvolti in pellicola di polietilene e tenuti a maturare 7 giorni in aria a 20° - 1° C° e U.R. > 95%.

<sup>3</sup> E' bene verificare che il tenore delle materie organiche sia inferiore al 4% per la frazione di terra passante al crivello da 20 mm.

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione Lavori i risultati ottenuti dalle predette prove e quindi acquisita l'approvazione, potrà procedere all'impiego della miscela.

Si precisa comunque che il quantitativo minimo di calce viva non dovrà mai essere inferiore al 3% rispetto al peso secco del terreno all'ottimo di compattazione, pena la rimozione dell'intero strato di materiale a totale onere e cura dell'Impresa.

Prima dell'inizio dei lavori dovrà essere predisposto, a cura e spesa dell'Impresa, un campo prova di larghezza pari alla sezione stradale e lunghezza utile pari a m 50, ove dovranno essere testate le miscele risultanti dalle indagini di laboratorio ed accettate dalla D.L.. Nello specifico dovranno essere approntati tratti con differenti miscele, compattati come da prescrizioni fornite), maturati 28 gg, sui quali verranno eseguite le prove in sito di cui sopra eventualmente integrate secondo quanto richiesto della D.L.

Le misure del modulo di deformazione  $M_d$  (prova di carico con piastra CNR 146) dovranno essere effettuate per ogni strato al tempo zero (cioè subito dopo la compattazione), a 24h, a 3gg, a 7gg ed a 30gg su almeno cinque punti appartenenti ad una porzione di rilevato omogeneo.

I risultati ottenuti dovranno confermare quelli dello studio. Nel caso nel quale tutti i requisiti minimi, previsti ai paragrafi precedenti, non venissero raggiunti, dovranno essere modificati i metodi di compattazione e/o le miscele previste fino ad ottenere i requisiti minimi richiesti; in caso contrario si dovrà scartare il prodotto sperimentato.

Al termine della sperimentazione del campo prova, dovrà essere presentata alla D.L. una relazione conclusiva contenente tutti gli esiti delle prove effettuate sul campo stesso.

#### **A.1.2.a) -3      MODALITÀ DI ESECUZIONE**

Nei casi in cui le condizioni climatiche non permettano una esecuzione a regola d'arte, il lavoro dovrà essere sospeso. In caso di piogge intense e di temperature attuali, o prevedibili, prossime o inferiori a 7°C non si darà inizio ad alcuna operazione di stabilizzazione.

La stabilizzazione con calce (ed eventualmente cemento) dei terreni di riporto per rilevati stradali verrà realizzata mediante miscelazione del materiale in sito.

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

Le fasi operative per la stabilizzazione a calce sono quelle di seguito elencate:

1. Posa in opera della terra in strati dell'altezza massima di 30 cm.
2. Polverizzazione (frantumazione e sminuzzamento di eventuali zolle), se necessaria, della terra in sito ottenibile mediante passate successive di idonea attrezzatura (pulvimixer) fino ad ottenere una frazione passante al crivello 4 UNI (apertura di 4.76 mm) superiore all'80%.
3. Determinazione, in più punti e a varie profondità, dell'umidità della terra in sito, procedendo con metodi speditivi; nel caso che tali valori si discostino in valore assoluto per più del -1.5% rispetto al valore ottimo determinato con le prove di laboratorio sopra descritte e concordato con la Direzione Lavori, si procederà ad una nuova erpicatura in caso di eccesso di umidità, oppure ad un aggiunta di acqua mediante annaffiatura se il terreno fosse troppo asciutto fino al raggiungimento della percentuale prescritta. In quest'ultimo caso sarà necessario procedere a nuova erpicatura.
4. Spandimento della calce, che dovrà essere evitato durante le giornate particolarmente ventose o con rischio di precipitazioni atmosferiche. La quantità di calce in  $\text{kg/m}^2$  è determinabile a partire dalla percentuale ottenuta in laboratorio una volta che sia nota la densità secca in sito del suolo e la profondità dello strato dopo trattamento e costipazione. In ogni caso, il quantitativo di calce da stendere dovrà essere determinato tenendo conto delle possibili perdite ad opera dell'azione eolica, dovendo risultare una quantità di legante miscelato per unità di superficie non inferiore a quello della miscela di progetto prescritta. Il personale operante dovrà comunque essere dotato, indipendentemente dalla ventosità delle giornate, di adeguate maschere protettive. Lo spandimento della calce dovrà avvenire mediante l'uso di spanditore semovente o mediante apposita attrezzatura a coclea. Tali spanditori meccanici devono essere dotati di adeguati sistemi per evitare la dispersione da parte del vento e devono permettere di predeterminare e mantenere il dosaggio della calce, espresso mediante chilogrammi per metro quadrato, indipendentemente dalla velocità di marcia. Per diminuire lo spolvero della calce tutti i mezzi utilizzati per la stesa dovranno essere dotati di gonne flessibili a bande per il contenimento della calce scaricata dal dosatore. Si dovrà verificare preventivamente la quantità della calce effettivamente distribuita dalle macchine spanditrici mediante la taratura delle stesse effettuata facendole transitare su una superficie su cui sono distesi teli di dimensioni note e pesando la quantità di calce raccolta da ciascun telo al fine di tarare l'apertura dei dosatori e la velocità di avanzamento della macchina. La variazione, rispetto al dosaggio prescritto, non dovrà eccedere il - 10%. I controlli sul quantitativo di legante steso potranno essere richiesti anche giornalmente dalla D.L.
5. Polverizzazione e miscelazione della terra e della calce mediante un numero adeguato di passate di pulvimixer in modo da ottenere una miscela continua ed uniforme, tale cioè che la componente limo-argillosa passi interamente attraverso crivelli a maglia quadrata da 25 mm. Qualora si verificassero piogge durante la miscelazione il procedimento dovrà essere interrotto e lo strato protetto; alla ripresa dei lavori si potrà intervenire aggiungendo delle piccole quantità di calce. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di far eseguire, a sua discrezione, prove per la verifica dello spandimento del giusto quantitativo di calce e della corretta

miscelazione attraverso rispettivamente il prelievo di campioni che interessino l'intero spessore dello strato lavorato utilizzando la procedura dell'analisi chimica per la ricerca della quantità di calcio aggiunto rispetto al tenore di calcio inizialmente presente nella frazione limo-argillosa e l'esecuzione di pozzetti esplorativi. Le modalità operative e le macchine utilizzate comporteranno la creazione di giunti longitudinali e trasversali. Le strisce di lavorazione longitudinale dovranno essere sovrapposte per almeno 10 cm e si dovrà provvedere a completare nella stessa giornata lavorativa tratti di tracciato per tutta la larghezza prevista dal progetto. Nei giunti di lavoro trasversali, perpendicolari all'asse del tracciato, la miscela già costipata va ripresa in tutte quelle zone in cui il contenuto di calce, lo spessore, o il grado di compattazione risultino inadeguati. I tagli dovranno essere eseguiti all'inizio della giornata lavorativa successiva, nello strato indurito in modo tale da presentare superficie verticale, per evitare la possibilità che si manifestino successive fessurazioni.

6. Spandimento dell'eventuale cemento previsto nella modalità esposta al punto precedente per la calce. La miscelazione con il cemento dovrà avvenire entro 2 giorni dal trattamento con calce.
7. Compattazione della miscela Terra-Calce (o terra calce cemento) mediante rulli vibranti a bassa frequenza (non inferiori a 2 passaggi a/r) o con rullo a piede di montone (a discrezione della D.L.) di peso non inferiore ai 180 q.li e rulli gommati da 21,5 ton (non inferiori a 8 passaggi a/r). Il passaggio dei mezzi costipanti dovrà essere effettuato nello stesso giorno in cui è stata effettuata la miscelazione, in modo da ridurre al minimo i pericoli connessi all'evaporazione dell'acqua e alla diminuzione della reattività della calce per carbonatazione ed in modo da ottenere l'addensamento richiesto, evitando sovra-sollecitazioni da rullatura che potrebbero favorire la creazione di piani di scorrimento preferenziali. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di far effettuare controlli circa l'umidità della miscela e prescrivere eventuali ulteriori passaggi di pulvimixer. E' bene inoltre evitare accuratamente la formazione di impronte che potrebbero provocare ristagni d'acqua in caso di precipitazioni atmosferiche. Nel caso in cui lo strato trattato non venga ricoperto in giornata con altra terra da trattare il giorno successivo, il piano superficiale dovrà essere protetto da eventuali dilavamenti causati da piogge, dal gelo e da forti insolazioni, per permettere una corretta maturazione della miscela. Il raggiungimento del grado di compattazione dovrà essere determinato attraverso prove in sito (sia sul piano di posa che sul rilevato) del peso di volume e del modulo di deformazione ( $M_d$ ), che dovranno essere effettuate con la seguente frequenza :

**$M_d$  (prova di carico con piastra):** almeno ogni 250 metri di strato finito (spessore 30 cm)

**Peso di volume :** almeno ogni 1000 mc di materiale lavorato

Dovrà essere comunque fatta una prova per ogni tratto di miscela omogenea posata. Inoltre dovranno essere effettuati prelievi di campioni indisturbati sui quali saranno eseguite le prove dell'indice CBR, prove di rigonfiamento e prove di rottura a compressione su provini prelevati in sito costituiti da materiale già compattato.

La frequenza di detti rilievi sarà a discrezione della D.L. e comunque non inferiore a **1 prova per 250 m** di strato finito.

Si riterranno idonei i seguenti valori :

Densità in sito B.U. CNR n° 22 non inferiore al 95% della densità Proctor ottenuta in laboratorio con provini costipati secondo AASHO ST T 99 e confezionati con la stessa miscela prelevata in sito (per la piattaforma si richiede un valore di densità in sito non inferiore al 100% della densità Proctor).

Valori di  $M_d$  ottenuti mediante prova di carico con piastra da 300 mm di diametro (B.U. CNR n° 146) a 7 gg di maturazione:

<b>Sul piano di posa del rilevato :</b>	$M_d$ - 30 MPa nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 MPa e 0.15 MPa;
<b>Rilevato:</b>	$M_d$ - 50 MPa nell'intervallo di carico compreso tra 0.15 MPa e 0.25 MPa
<b>In sommità al rilevato, prima della posa della piattaforma:</b>	$M_d$ - 60 MPa nell'intervallo di carico compreso tra 0.15 MPa e 0.25 MPa;
<b>Sulla piattaforma:</b>	$M_d$ - 80 MPa nell'intervallo di carico compreso tra 0.15 MPa e 0.25 MPa

Per le prove dell'indice CBR, prove di rigonfiamento e prove di rottura a compressione su provini prelevati in sito costituiti da materiale già compattato si potranno accettare valori non inferiori al 90% di quelli ottenuti in laboratorio sulla miscela di progetto a parità di maturazione.

1. Finitura superficiale degli strati, che dovrà avvenire con l'impiego di macchine livellatrici (grader ) e non con l'apporto di nuovo materiale.
2. Realizzazione di uno strato protettivo da mettere in opera prima della realizzazione della sovrastruttura stradale, costituito da un velo di emulsione bituminosa al 70% a lenta rottura in ragione di 1.5 kg/mq.

La resistenza e la stabilità di una terra stabilizzata dipende molto da un accurato periodo di maturazione dopo la rullatura finale, durante la quale l'umidità ottima di compattazione deve essere il più possibile mantenuta costante, per consentire lo sviluppo delle reazioni di indurimento ed evitare successive modificazioni volumetriche che possano originare fessurazioni.

Il periodo di maturazione della miscela non potrà essere inferiore a 7 giorni. Qualora il terreno presenti un valore del pH 7 il tempo di maturazione della miscela deve essere non inferiore a 28 giorni, trascorsi i quali bisogna procedere a controlli mediante prove per verificare l'effettivo grado di maturazione e permettere l'apertura al traffico. La maturazione, ovvero i tempi di maturazione, sono funzione della temperatura. Occorre considerare che al di sotto dei 10° C tali tempi aumentano notevolmente. Prevedere quindi verifiche e controlli a 7 e 28 gg.

Per un certo periodo dopo la stabilizzazione (circa 20-40 giorni) la miscela terra-calce (o terra calce cemento) è sensibile al gelo e può presentare perciò forti rigonfiamenti per la formazione di lenti di ghiaccio. Questa sensibilità tende a diminuire con la stagionatura ed il processo di indurimento, quindi, per quelle zone soggette a gelate, è opportuno scegliere periodi in cui queste siano poco probabili. E' possibile considerare acquisita la resistenza al gelo da parte della miscela quando i rigonfiamenti dei provini CBR, saturati in acqua per quattro giorni dopo maturazione all'aria, risultano inferiori al 5%. Tale periodo di stagionatura andrà determinato volta per volta mediante esami di laboratorio.

Strati compromessi da qualsiasi causa (condizioni meteorologiche, protezione non adeguata, traffico di cantiere, traffico esterno, ecc.) dovranno essere rimossi e sostituiti a cura dell'impresa.

Al termine della compattazione, sarà necessario e quindi obbligatorio inibire il passaggio dei mezzi sul tratto appena terminato per un periodo non inferiore a 4 gg al fine di consentire la maturazione della miscela ottenuta.

Al fine di effettuare controlli di umidità e densità in sito in fase di lavorazione, sarà a carico dell'Impresa l'onere di approntare un laboratorio mobile per il controllo delle lavorazioni e dei parametri.

Per un maggior numero di controlli in opera potranno essere utilizzate piastre dinamiche del tipo Light FWD ma solo se correlate ad un valore reale misurato in situ della piastra statica e con l'unico scopo di aiutare operativamente l'impresa e la D.L. sulle modalità di compattazione che s stanno ottenendo.

### **A.1.3. MISTO CEMENTATO**

#### **A.1.3)-1 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. Si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

E' prevista la possibilità di eseguire il misto cementato in sito mediante appositi macchinari (Pulvimixer) o anche mediante la stabilizzazione dei materiali granulari presenti in posto come fondazioni; in tal caso il misto cementato è più propriamente una stabilizzazione a cemento.

Il prodotto dovrà essere conforme alla norma UNI EN 14227-1 "Miscele legate con cemento per fondi e sottofondi stradali"

#### **A.1.3)-1 MATERIALI COSTITUENTI (PER MISTO CEMENTATO PRODOTTO IN IMPIANTO)**

##### **A.1.3)-1 a AGGREGATI**

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

1. UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
2. Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;
3. Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13242 "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

Gli aggregati utilizzati dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DEGLI AGGREGATI (MISCELA PER IL MISTO CEMENTATO)</b>					
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>	<b>CATEGORIA (UNI EN 13242)</b>
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D <sub>max</sub>	mm	≤40	-
Requisito di granulometria (per ogni classe utilizzata)	UNI EN 933-1	G <sub>C</sub>	%	-	G <sub>C</sub> 80-20
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤30	LA <sub>30</sub>
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	F <sub>1</sub>
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥70	C <sub>70</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤35	FI <sub>35</sub>
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI	%	≤35	SI <sub>35</sub>
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	ES	%	≥60	-
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	W <sub>L</sub>	%	≤25	-

Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	I <sub>p</sub>	%	N.P.	-
Componenti idrosolubili	UNI EN 1744-3			ASSENTI	-
Sostanze organiche	UNI EN 1744-1			ASSENTI	-

#### **A.1.3)-1b LEGANTE**

Il legante utilizzato dovrà essere cemento conforme alle seguenti prescrizioni:

4. Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;
5. Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 197-1.

#### **A.1.3)-1c ACQUA**

L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.

#### **A.1.3)-1d ADDITIVI ED AGGIUNTE**

Al fine di migliorare le caratteristiche del calcestruzzo è ammesso l'impiego di additivi conformi alla norma UNI EN 934-2 ed aggiunte (ceneri volanti) conformi alla norma UNI EN 450.

#### **A.1.3)-2 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA**

La miscela degli aggregati impiegati per il confezionamento del misto cementato per lo strato di fondazione dovrà avere la composizione granulometrica, determinata in conformità alla norma UNI EN 14427-1, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

<b>FUSO GRANULOMETRICO (per misto granulare legato con cemento prodotto in sito)</b>		<b>FUSO GRANULOMETRICO (per misto granulare legato con cemento prodotto in impianto)</b>	
<b>APERTURA SETACCI (mm)</b>	<b>PASSANTE IN MASSA (%)</b>	<b>APERTURA SETACCI (mm)</b>	<b>PASSANTE IN MASSA (%)</b>
40	100	40	100
31,5	90 - 100	31,5	90 - 100
25	70 - 95	20	70 - 90
20	55 - 85	14	58 - 82
10	40 - 65	8	44 - 65
4	28 - 52	4	32 - 50
2	18 - 40	2	22 - 38
0,5	8 - 25	0,5	10 - 23
0,25	6 - 20	0,25	6 - 18
0,063	4 - 11	0,063	4 - 9

L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della fondazione stradale in misto cementato indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati. Le percentuali dei costituenti (cemento, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinati secondo le modalità e le prescrizioni previste dalla norma UNI EN 14427-1.

Lo studio delle miscele in laboratorio potrà essere eseguito su campioni compattati secondo metodologia Proctor o mediante pressa giratoria

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.

Nel caso di compattazione con pestello Proctor, la miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO T 180 e a 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).

Nel caso di compattazione con pressa giratoria si dovranno usare le seguenti impostazioni:

Art. 54

angolo di rotazione: 1,25° + 0,02°;

Art. 55

velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;

Art. 56  
Art. 57  
Art. 58  
Art. 59

pressione verticale: kPa 600;  
diametro del provino: 150 mm;  
numero giri: 180  
Kg di materiale 4,5 introdotto nella fustella.

Lo studio deve contenere le seguenti caratteristiche:

Art. 60  
Art. 61  
Art. 62  
Art. 63  
dei provini;  
Art. 64

granulometria della miscela;  
ottima % di acqua di compattazione;  
densità massima ottenuta per la miscela ottimale;  
sistema di compattazione adottato per la realizzazione

valori delle resistenze risultanti dalle prove.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

<b>TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER IL MISTO CEMENTATO)</b>	
<b>MATERIALE COSTITUENTE</b>	<b>TOLLERANZE AMMESSE</b>
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2 mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2 mm e trattenuto al setaccio 0,063 mm)	± 2%

I provini della miscela di misto cementato preparata in laboratorio dovranno essere maturati a 7 giorni alla temperatura di 40°C e termostatati a 25°C per 4 ore prima della prova di rottura; la miscela dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

<b>CARATTERISTICHE MECCANICHE DELLA MISCELA IN MISTO CEMENTATO</b>				
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>
Resistenza a compressione a 7 gg	UNI EN 13286-41	Rc	MPa	da 2,5 a 5,5
Resistenza a trazione indiretta a 7 gg	UNI EN 13286-42	Rt	MPa	$0,35 \leq R_t \leq 0,60$

Il misto cementato costipato in opera dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE IN SITO DELLO STRATO DI FONDAZIONE (MISTO CEMENTATO)</b>				
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>
Modulo di compressibilità (portanza su piastra con intervallo fra 0,15 e 0,25 N/mm <sup>2</sup> )	CNR 146	M <sub>d</sub>	N/mm <sup>2</sup>	> 150

Per un maggior numero di controlli in opera potranno essere utilizzate piastre dinamiche del tipo Light FWD ma solo se correlate ad un valore reale misurato in situ della piastra statica (devono essere eseguite 4 prove LFWD in un intorno distante circa 40 cm dai bordi della piastrastatica per correlare i valori ottenuti con le differenti metodologie) e con l'unico scopo di aiutare operativamente l'impresa e la D.L. sulle modalità di compattazione che si stanno ottenendo.

Lo studio della miscela, la natura e quantità dei materiali costituenti e le modalità di produzione dovranno essere documentate e presentate alla Direzione Lavori entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

#### **A.1.3)-2a CONTROLLI IN CORSO D'OPERA**

Si procederà ad effettuare le seguenti prove durante le fasi di costruzione della fondazione stradale:

<b>REQUISITO</b>	<b>FREQUENZA DEI CONTROLLI</b>
analisi granulometrica	ogni 1000 mc con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa;
determinazione della densità in sito	ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa.
prova di carico con piastra	una prova ogni 300 metri lineari di carreggiata;
determinazione della resistenza a compressione della miscela a 7 giorni	ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa;

determinazione della resistenza a trazione indiretta della miscela a 7 giorni di maturazione	ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa.
--	---

### **A.1.3)-2b CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA**

Il misto cementato potrà essere prodotto in impianti fissi automatizzati, adeguati alle produzioni richieste e mantenuti in perfetto stato di funzionamento, o in sito su vecchie fondazioni.

L'impianto utilizzato deve assicurare l'uniformità di produzione e la continua conformità alle caratteristiche definite nello studio preliminare della miscela. L'area destinata allo stoccaggio degli aggregati lapidei deve essere confinata e priva di sostanze argillose e di ristagni d'acqua che possono comprometterne la pulizia e le caratteristiche definite. I cumuli degli aggregati dovranno essere separati fra loro al fine di impedire una miscelazione delle classi. L'impianto dovrà essere dotato di un numero di predosatori pari al numero delle classi di aggregati utilizzati.

Nel caso di produzione in sito il legante idraulico viene steso sulla fondazione da trattare materiale inerte granulare prima del passaggio subito prima della stabilizzatrice.

I cementi e gli additivi dovranno essere depositati in silos dedicati assicurando che non siano miscelati tipi di materiale costituente diversi per classe di resistenza o provenienza.

### **A.1.3)-3 POSA IN OPERA DEL MATERIALE**

L'Impresa potrà procedere alla stesa della miscela successivamente alla verifica di accettazione del piano di posa da parte della Direzione Lavori. Eventuali anomalie della planarità superficiale o correzioni di pendenza dovranno essere ripristinate prima della posa della miscela.

Il piano di posa dovrà essere umido; qualora l'Impresa dovesse procedere con la bagnatura della superficie si dovrà evitare di creare uno strato fangoso.

La stesa verrà eseguita mediante macchine vibrofinitrici; l'addensamento dello strato dovrà essere effettuato con rulli a due ruote vibranti da 10t per ruota o rullo monotamburo vibrante di peso non inferiore a 18t entrambi preferibilmente accoppiati ad un rullo gommato di almeno 14 t; potranno essere impiegati, in alternativa, rulli misti, vibranti-gommati comunque approvati dalla Direzione Lavori.

La stesa non deve essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C, superiori a 25°C ed in caso di pioggia. A discrezione della Direzione Lavori, l'Impresa potrà eseguire le lavorazioni a differenti temperature attivando tutte le misure necessarie per proteggere la miscela da eccessiva evaporazione durante il trasporto.

Il tempo massimo ammesso, tra l'introduzione dell'acqua nella miscela e la posa in opera, non dovrà superare i 60 minuti. Qualora si dovesse procedere con la stesa di due strisciate affiancate, al fine di garantire la continuità alla struttura, il tempo intercorrente non dovrà superare le due ore.

Particolari accorgimenti dovranno essere adottati nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile. Il giunto di ripresa deve essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola da rimuovere al momento della ripresa successiva. Non devono essere eseguiti altri giunti oltre a quelli di ripresa. Il transito di cantiere sullo strato posato potrà essere ammesso, limitatamente ai mezzi gommati, a partire dal terzo giorno. In ogni caso il tempo di maturazione non potrà essere mai inferiore a 48 ore.

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

Ultimate le fasi di costipamento e di rifinitura deve essere eseguita la spruzzatura di una mano di emulsione bituminosa cationica al 55% di bitume in ragione di 1÷1,5 kg/m<sup>2</sup>, comunque commisurata all'intensità del traffico di cantiere cui sarà sottoposto, previo spargimento di sabbia.

I giunti di ripresa devono essere sempre tagliati prima dell'inizio della nuova lavorazione.

Il tempo di maturazione dello strato non dovrà essere inferiore a 72 ore.

## **A.2 CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON BITUME SCHIUMATO**

### **A.2.a DESCRIZIONE**

La fondazione stradale in conglomerato bituminoso riciclato è costituita da una miscela di conglomerato bituminoso proveniente dalla demolizione di pavimentazioni, bitume in forma schiumata e cemento.

Il conglomerato bituminoso riciclato legato con bitume schiumato può essere impiegato nella sovrastruttura stradale come fondazione o sottobase ma anche per la realizzazione dello strato di base, in alternativa al conglomerato bituminoso prodotto a caldo. La scelta di utilizzo ed il dimensionamento dello strato sono definiti dal Progettista e dalla Direzione Lavori.

Il riciclaggio del conglomerato a freddo con bitume schiumato consiste nel riutilizzo del conglomerato bituminoso preesistente negli strati della pavimentazione con aggiunta di eventuali aggregati di integrazione e bitume sotto forma di schiuma. Il riciclaggio può avvenire con impianti fissi o mobili o, in opera, mediante l'utilizzo di appositi macchinari purché il trasporto alla stesa del materiale già impastato in impianto richieda un tempo inferiore ai 60 minuti. In entrambi i casi l'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

La tecnica del bitume schiumato può essere applicata sia per stabilizzazione di sovrastruttura preesistenti sia per nuove pavimentazioni.

### **A.2.b MATERIALI COSTITUENTI**

#### **A.2.b.1 CONGLOMERATO RICICLATO (FRESATO)**

Il conglomerato riciclato proviene dalla demolizione degli strati di pavimentazione stradale eseguita mediante fresatura. Il fresato può essere omogeneizzato granulometricamente mediante granulazione e/o vagliatura.

#### **A.2.b.2 AGGREGATI LAPIDEI**

Qualora la composizione granulometrica non rientrasse nei limiti di accettazione previsti il Produttore dovrà intervenire mediante l'aggiunta di aggregati lapidei per integrazione qualificati in conformità alla Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE.

#### **A.2.b.3 LEGANTE**

Il legante sarà costituito dal bitume presente nel materiale fresato integrato da bitume nuovo sottoposto al procedimento di schiumatura.

Il bitume da utilizzare dovrà essere del tipo tal quale con penetrazione 70-100, conforme alla norma UNI EN 12591, oppure del tipo additivato con agenti schiumanti. La scelta del bitume da impiegare è soggetta alla prova di schiumatura in laboratorio o in sito con la quale vengono verificate le caratteristiche necessarie ad un ottimale processo di muscolazione.

Le caratteristiche necessarie per la corretta schiumatura del legante dovranno essere conformi ai requisiti descritti nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DEL BITUME SCHIUMATO (MISCELA PER IL CONGLOMERATO RICICLATO CON BITUME SCHIUMATO)</b>			
<b>REQUISITO</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>
Rapporto di espansione	Er	-	≥20
Tempo di semitrasformazione	Ts	s	≥25
Le caratteristiche di espansione ottimali dovranno essere determinate in base ad un opportuno studio di laboratorio in un campo di temperature compreso tra 160 °C e 190 °C e contenuto di acqua compreso tra 1% e 4%.			

#### **A.2.b.4 CEMENTO**

Nel processo di produzione del conglomerato riciclato con bitume schiumato deve essere impiegato il cemento come additivo catalizzatore.

Il cemento utilizzato deve essere conforme alla Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE secondo il sistema di attestazione in vigore.

Il Produttore potrà utilizzare cemento con classe di resistenza N32,5 di tipo Portland o d'alto forno o pozzolanico.

#### **A.2.b.5 ACQUA**

L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.

#### **A.2.c CARATTERISTICHE DELLA MISCELA**

La miscela del conglomerato riciclato e degli aggregati lapidei di integrazione per il confezionamento del misto granulare legato con bitume schiumato dovrà avere la composizione granulometrica compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

<b>COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA (MISCELA PER IL CONGLOMERATO RICICLATO CON BITUME SCHIUMATO IN SITO)</b>		<b>COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA (MISCELA PER IL CONGLOMERATO RICICLATO CON BITUME SCHIUMATO IN IMPIANTO)</b>	
<b>APERTURA SETACCI (mm)</b>	<b>PASSANTE IN MASSA (%)</b>	<b>APERTURA SETACCI (mm)</b>	<b>PASSANTE IN MASSA (%)</b>
<b>63</b>	100-100	-	-
<b>40</b>	90 - 100	40	100
<b>31,5</b>	90 - 100	31,5	90 - 100
<b>20</b>	84 - 100	20	68 - 90
<b>14</b>	58 - 86	12,5	53 - 78
<b>8</b>	44- 70	6,3	36 - 58
<b>4</b>	32 - 46	4	28 - 48
<b>2</b>	20 - 42	2	18 - 36



<b>0,5</b>	9 - 24	0,5	8 - 22
<b>0,063</b>	5- 10	0,063	4 - 8

L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati.

Le percentuali dei costituenti (cemento, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinate sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi di provini confezionati secondo il metodo di compattazione con pressa giratoria secondo la norma UNI EN 12697-31 con contenuto variabile di cemento (1,5% - 2,0% - 2,5%), di bitume schiumato (2% - 3% - 4%) e di umidità (4% - 5% - 6%).

Le condizioni di prova per la preparazione dei provini mediante Pressa giratoria sono:

Art. 65	angolo di rotazione: 1,25° +0,02°;
Art. 66	velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
Art. 67	pressione verticale: kPa 600;
Art. 68	diametro del provino: mm 150;
Art. 69	giri: n° 180;
Art. 70	peso del campione (comprensivo di bitume schiumato, cemento ed acqua): g 4500.

È ammesso l'impiego di materiali costituenti in quantità differenti rispetto a quelle indicate purché validate dai risultati dello studio preliminare accettato dalla Direzione Lavori.

La miscela ottimale di conglomerato riciclato legato con bitume schiumato dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

<b>CARATTERISTICHE DELLA MISCELA DI RICICLATO LEGATO CON BITUME SCHIUMATO</b>				
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>
Resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12697-23	ITS	MPa	> 0,35
Resistenza a trazione indiretta a 24h	UNI EN 12697-23	ITS	MPa	> 0,20
Modulo di rigidità	UNI EN 12697-26 (C)	Sm	MPa	3000<S<6000
Resistenza a compressione	UNI EN 13286-41	Rc	MPa	da 2,5 a 4,5

I provini dovranno essere sottoposti a maturazione per 24 ore e 72 ore a 40°C ed provati a 20°C (dopo termostatazione di 4 ore a 20°C).

Oltre alle caratteristiche meccaniche citate (sia per la miscela sia per il bitume) lo studio preliminare di mix design dovrà dare evidenza di almeno 3 variazioni sulla percentuale di cemento e 3 sulla percentuale di bitume immesso; inoltre esso dovrà contenere anche i seguenti elementi:

- 6.c) natura e quantità dei materiali costituenti;
- 6.d) composizione granulometrica della miscela;
- 6.e) % di umidità ottimale;
- 6.f) contenuto totale di legante bituminoso;
- 6.g) densità della miscela ottimale compattata.

Il Produttore dovrà presentare alla Direzione Lavori lo studio preliminare elaborato entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

Per tale lavorazione si rende necessaria la presenza di un laboratorio mobile operante durante le fasi di realizzazione dello strato per un controllo di accettazione delle miscele prelevata sciolta dalla vibrofinitrice o dietro la macchina stabilizzatrice, che esegua:

1. granulometria della miscela;
2. compattazione con pressa giratoria secondo le modalità dello studio di progetto;
3. caratterizzazione delle resistenze a trazione indiretta dopo 24 h di maturazione a 40°C in forno.

#### **A.2.d CARATTERISTICHE DELLO STRATO**

Per le caratteristiche della miscela i valori misurati in opera non dovranno essere inferiori al 90% rispetto a quelli ottimali determinati mediante studio preliminare approvato dalla Direzione Lavori.

Lo strato di fondazione costituito dalla miscela di conglomerato riciclato legato con bitume schiumato dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

<b>ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI FONDAZIONE IN CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON BITUME SCHIUMATO</b> <b>(Grado di compattazione per confronto delle densità)</b>			
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>
Grado di compattazione (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 95

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).

Le carote dovranno essere prelevate dallo strato per la determinazione delle caratteristiche in opera con diametro di mm 150 e almeno dopo 28 giorni di maturazione.

Lo strato della fondazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela ed alle dimensioni (spessore) dello strato.

### **A.2.c CONFEZIONAMENTO E POSA DELLA MISCELA**

Per la produzione delle miscele potrà essere utilizzato un impianto (fisso o mobile da installare in situ) o idonei macchinari per il riciclaggio in situ (treno di riciclaggio). In entrambi i casi l'Impresa deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele conformi alle caratteristiche determinate nello studio preliminare predisposto a cura dell'Impresa.

La Direzione lavori ha facoltà di controllare in cantiere, prima della posa in opera della miscela, i parametri di schiumosità e di temperatura del bitume che dovranno essere conformi ai valori determinati nello studio preliminare.

Qualora la miscela venga prodotta in impianto e trasportata in cantiere, dovrà essere rapidamente stesa mediante l'uso di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La miscela stesa deve essere immediatamente compattata mediante l'impiego di un rullo monotamburo vibrante con peso superiore a t. 18 e di un rullo gommato con carico statico non inferiore a t 14.

Il riciclaggio a freddo deve essere sospeso qualora la temperatura dell'aria sia inferiore a 3°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Per la stesa dello strato superiore si dovrà attendere il giorno successivo. Nel caso in cui, per particolari motivi, si debba attendere oltre per la stesa dello strato superiore deve essere eseguita la spruzzatura di una mano di emulsione bituminosa cationica al 55% di bitume in ragione di 0,5÷1 kg/m<sup>2</sup> per favorire la maturazione della miscela.

### **A.3. CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA**

#### **A.3.a DESCRIZIONE**

La fondazione stradale in conglomerato bituminoso riciclato è costituita da una miscela di conglomerato bituminoso proveniente da demolizione di pavimentazioni, emulsione bituminosa modificata e cemento.

Il conglomerato bituminoso riciclato legato con emulsione bituminosa modificata può essere impiegato nella sovrastruttura stradale anche per la realizzazione dello strato di base, in alternativa al conglomerato bituminoso prodotto a caldo. La scelta di utilizzo ed il dimensionamento dello strato sono definiti dal Progettista e dalla Direzione Lavori.

Il riciclaggio del conglomerato a freddo con emulsione bituminosa modificata consiste nel riutilizzo del conglomerato bituminoso preesistente negli strati della pavimentazione con aggiunta di eventuali aggregati di integrazione, cemento ed emulsione bituminosa modificata. Il riciclaggio a freddo può essere realizzato mediante un impianto mobile da installare in cantiere ovvero un impianto fisso eventualmente disponibile nella zona purché il trasporto alla stesa del materiale già impastato richieda un tempo inferiore ai 60 minuti. In entrambi i casi l'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

#### **A.3.b MATERIALI COSTITUENTI**

##### **A.3.b.1 CONGLOMERATO RICICLATO**

Il conglomerato riciclato proviene dalla demolizione degli strati di pavimentazione stradale eseguita mediante fresatura. Per il fresato può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza preferibilmente proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura.

Prima del suo reimpiego il conglomerato riciclato deve essere vagliato per eliminare eventuali elementi (grumi, placche, ecc.) di dimensioni superiori al Dmax previsto per la miscela (40 mm per gli strati di base; 25 mm per il binder).

La percentuale di conglomerato riciclato che si intende impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla D.L. prima dell'inizio dei lavori.

##### **A.3.b.2 AGGREGATI LAPIDEI**

Qualora la composizione granulometrica non rientrasse nei limiti di accettazione previsti il Produttore dovrà intervenire mediante l'aggiunta di aggregati lapidei per integrazione qualificati in conformità alla Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE.

##### **A.3.b.3 LEGANTE**

Il legante sarà costituito dal bitume presente nel materiale fresato integrato con quello residuo proveniente dall'emulsione bituminosa modificata.

L'emulsione bituminosa modificata da utilizzare dovrà essere a lenta rottura e di tipo cationico.

<b>EMULSIONE DI BITUME MODIFICATO</b>			
<b>Parametro</b>	<b>Normativa</b>	<b>unità di misura</b>	<b>valori</b>
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	%	<45%
Contenuto di legante bituminoso	UNI EN 1431	%	60+/-1%
Omogeneità	UNI EN 1429	%	< 0,2%
Sedimentazione a 5 g	UNI EN 12847	%	< 10%
PH (grado di acidità)	UNI EN 12850		2 – 6
<i>Residuo bituminoso</i>			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	> 55
Punto di rottura (Frass)	UNI EN 12593	°C	< -10
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	≥ 55

#### **A.3.b.4 CEMENTO**

Nel processo di produzione del conglomerato riciclato con emulsione bituminosa modificata deve essere impiegato il cemento come additivo catalizzatore.

Il cemento utilizzato deve essere conforme alla Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE secondo il sistema di attestazione in vigore.

Il Produttore potrà utilizzare cemento con classe di resistenza N32,5 di tipo Portland o d'alto forno o pozzolanico.

#### **A.3.b.5 ACQUA**

L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.

#### **A.3.c CARATTERISTICHE DELLA MISCELA**

La miscela del conglomerato riciclato e degli aggregati lapidei di integrazione per il confezionamento del misto granulare legato con emulsione bituminosa modificata dovrà avere la composizione granulometrica compresa nei limiti del fuso riportato nelle seguenti tabelle:

<b>COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA (MISCELA PER IL CONGLOMERATO RICICLATO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA IN SITO)</b>		<b>COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA (MISCELA PER IL CONGLOMERATO RICICLATO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA IN IMPIANTO)</b>	
<b>APERTURA SETACCI (mm)</b>	<b>PASSANTE IN MASSA (%)</b>	<b>APERTURA SETACCI (mm)</b>	<b>PASSANTE IN MASSA (%)</b>
<b>63</b>	100-100	-	-
<b>40</b>	90 - 100	40	100
<b>31,5</b>	90 - 100	31,5	90 - 100
<b>20</b>	84 - 100	20	68 - 90
<b>14</b>	58 - 86	12,5	53 - 78
<b>8</b>	44- 70	6,3	36 - 58
<b>4</b>	32 - 46	4	28 - 48
<b>2</b>	20 - 42	2	18 - 36
<b>0,5</b>	9 - 24	0,5	8 - 22
<b>0,063</b>	5- 10	0,063	4 - 8

L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati.

Le percentuali dei costituenti (cemento, emulsione bituminosa, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinate sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi di provini confezionati secondo il metodo di compattazione con

pressa giratoria secondo la norma UNI EN 12697-31 con contenuto variabile di cemento (1,5% - 2,0% - 2,5%), di emulsione bituminosa modificata (1,5% - 2,0% - 3,5%) e di umidità (4,5% - 5,5% - 6,5%).

Le condizioni di prova per la preparazione dei provini mediante pressa giratoria sono:

Art. 71	angolo di rotazione: 1,25° +0,02°;
Art. 72	velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
Art. 73	pressione verticale: kPa 600;
Art. 74	diametro del provino: mm 150;
Art. 75	giri: n° 180;
Art. 76	peso del campione (comprensivo di emulsione, cemento ed acqua): g 4500.

È ammesso l'impiego di materiali costituenti in quantità differenti rispetto a quelle indicate purché validate dai risultati dello studio preliminare accettato dalla Direzione Lavori.

La miscela ottimale di conglomerato riciclato legato con emulsione bituminosa modificata dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

<b>CARATTERISTICHE DELLA MISCELA DI RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA</b>				
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>
Resistenza a trazione indiretta a 72h	UNI EN 12697-23	ITS	MPa	> 0,30
Resistenza a trazione indiretta a 24h	UNI EN 12697-23	ITS	MPa	> 0,20
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26	Sm	MPa	3000<S<5000
Resistenza a compressione	UNI EN 13286-41	Rc	MPa	da 2,5 a 4,5

I provini dovranno essere sottoposti a maturazione per 24 ore e 72 ore a 40°C e provati a 20°C (dopo termostatazione di 4 ore a 20°C).

Oltre alle caratteristiche meccaniche citate lo studio della miscela dovrà prevedere anche i seguenti elementi:

- natura e quantità dei materiali costituenti
- composizione granulometrica della miscela
- contenuto totale di legante bituminoso
- densità della miscela ottimale compattata

Il Produttore dovrà presentare alla Direzione Lavori lo studio preliminare elaborato entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

Per tale lavorazione si rende necessaria la presenza di un laboratorio mobile operante durante le fasi di realizzazione dello strato per un controllo di accettazione delle miscele prelevata sciolta dalla vibrofinitrice o dietro la macchina stabilizzatrice, che esegua:

4. granulometria della miscela
5. compattazione con pressa giratoria secondo le modalità dello studio di progetto
6. caratterizzazione delle resistenze a trazione indiretta dopo 24 h di maturazione a 40°C in forno.

#### **A.3.d CARATTERISTICHE DELLO STRATO**

Per le caratteristiche della miscela i valori misurati in opera non dovranno essere inferiori al 90% rispetto a quelli ottimali determinati mediante studio preliminare approvato dalla Direzione Lavori.

Lo strato di fondazione costituito dalla miscela di conglomerato riciclato legato con emulsione bituminosa modificata dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate secondo il metodo del grado di compattazione in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

<b>ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI FONDAZIONE IN CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA</b>			
<b>(Grado di compattazione per confronto delle densità)</b>			
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>
Grado di compattazione (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 95

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata

in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).

La determinazione del grado di addensamento potrà essere effettuata anche mediante volumometro a sabbia (CNR BU 22 – 72).

Le carote prelevate dallo strato per la determinazione delle caratteristiche in opera dovranno avere diametro di mm 150 ed essere prelevate almeno dopo i 28 giorni di maturazione del materiale.

Lo strato della fondazione in conglomerato a freddo dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela ed alle dimensioni (spessore) dello strato.

### **A.3.e CONFEZIONAMENTO E POSA DELLA MISCELA**

Per la produzione delle miscele potrà essere utilizzato un impianto (fisso o mobile da installare in situ) o idonei macchinari per il riciclaggio in situ (treno di riciclaggio). In entrambi i casi l'Impresa deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele conformi alle caratteristiche determinate nello studio preliminare predisposto a cura dell'Impresa.

Qualora la miscela venga prodotta in impianto e trasportata in cantiere, dovrà essere rapidamente stesa mediante l'uso di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La miscela stesa deve essere immediatamente compattata mediante l'impiego di un con cilindri metallici con peso superiore a t 18 ed un rullo gommato con carico statico superiore a t 24; la fase di compattazione dovrà essere condotta fino a completa rottura dell'emulsione.

Il riciclaggio a freddo deve essere sospeso qualora la temperatura dell'aria sia inferiore a 8°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

### **B) CONTROLLI PERIODICI SULLA FONDAZIONE**

Il Direttore dei Lavori oppure il Collaudatore in corso d'opera, secondo le rispettive competenze, controllerà che le opere vengano eseguite nel rispetto di quanto previsto dal presente capitolato.

Durante l'esecuzione dei lavori saranno effettuate sistematiche ispezioni e prove sui materiali impiegati, sui campioni delle miscele sciolte e costipate, per controllarne la rispondenza alla miscela ottimale validata ed alle caratteristiche richieste.

I controlli relativi alle caratteristiche di accettazione dei materiali saranno effettuati prima dell'inizio dei lavori e/o in corso d'opera.

I risultati delle ispezioni, delle prove e della documentazione mediante certificati o rapporti di prova dovranno essere riportate su registro tenuto dal Direttore dei Lavori.

L'Impresa dovrà assicurare che i requisiti dei materiali costituenti, delle miscele e delle opere eseguite siano rigorosamente rispettati.

La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Stazione Appaltante, secondo le modalità descritte nei Piani dei controlli minimi di seguito specificati. La Direzione Lavori ha la facoltà di effettuare ulteriori accertamenti sui requisiti dei materiali e delle lavorazioni.

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici da effettuare sui materiali costituenti impiegati a seconda dei tipi di prodotto, sono riportati nella tabella seguente:

<b>CONTROLLI PERIODICI SUI MATERIALI COSTITUENTI</b>			
<b>MATERIALE</b>	<b>UBICAZIONE PRELIEVO</b>	<b>REQUISITI DA CONTROLLARE</b>	<b>FREQUENZA</b>
Aggregato lapideo (naturale, riciclato e di integrazione)	Impianto di produzione, cantiere di posa.	1. caratteristiche fisiche; 2. caratteristiche geometriche; 3. caratteristiche chimiche.	A richiesta della Direzione Lavori o in caso di prolungate interruzioni nella fornitura di aggregati
bitume	Cisterna di stoccaggio, cantiere di posa.	4. Rapporto di espansione; 5. Tempo di semitrasformazione.	Giornaliero
Emulsione bituminosa	Cisterna di stoccaggio cantiere di posa	6. Caratteristiche del bitume residuo	A richiesta della Direzione Lavori o settimanale

La verifica di accettazione sulla miscela sarà effettuata per accertare che i requisiti della composizione ottimale, validata ed accettata dalla Direzione Lavori, vengano rigorosamente rispettati mediante l'esecuzione di controlli periodici a frequenze stabilite e distinte in base al metodo prescelto per la caratterizzazione della miscela.

Tali valori dovranno essere verificati mediante prove sulla miscela prelevata all'impianto o al cantiere di stesa; la campionatura dovrà essere effettuata in conformità alla norma UNI EN 12697-27 ed i metodi di preparazione dei campioni dovranno essere conformi alle presenti Norme Tecniche.

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici, da effettuare per la verifica di conformità ai requisiti definiti per le caratteristiche di ogni miscela, sono riportati nella tabella seguente:

### **CONTROLLI PERIODICI SULLA MISCELA**

REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Composizione granulometrica	UNI EN 12697-2	Ogni m <sup>2</sup> 2000
Contenuto di legante (bitume o emulsione bituminosa)	UNI EN 12697-1 o 39	

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici, da effettuare per la verifica di conformità ai requisiti definiti per le caratteristiche dello strato, sono riportati nella tabella seguente:

CONTROLLI PERIODICI SULLO STRATO		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Grado di addensamento miscele legate	UNI EN 12697-6	Ogni m <sup>2</sup> 1000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia)
Resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12697-23	Ogni m <sup>2</sup> 2000 o per fascia di stesa (ogni m 500 per corsia)
Modulo di rigidità	UNI EN 12697-26 (C)	
Resistenza a compressione	UNI EN 13286-41	
Moduli di deformazione dinamica (solo misto cementato e misto granulare)	CNR 146	
Spessore dello strato	UNI EN 12697-29	Ogni m <sup>2</sup> 1000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia)

In corso d'opera ed in ogni fase delle singole 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.

## **B CONGLOMERATI BITUMINOSI**

### **B.1 LAVORAZIONI PRELIMINARI ALLA POSA IN OPERA DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI**

Prima della posa in opera dei conglomerati bituminosi l'Impresa dovrà effettuare tutte le lavorazioni previste dal progetto esecutivo.

Gli interventi da realizzare sono relativi alla posa di prodotti per la protezione e per il rafforzamento della pavimentazione ed all'esecuzione di membrane con funzione di ancoraggio e/o impermeabilizzazione fra gli strati.

#### **B.1a SCARIFICAZIONI E FRESATURE DI PAVIMENTAZIONI**

Il disfacimento delle pavimentazioni stradali deve effettuarsi con tutte le più attente precauzioni in modo da interessare la minore superficie possibile e da non danneggiare l'eventuale pavimentazione circostante.

#### **B.1b 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.

#### **B.1c 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.

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

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

Il materiale utilizzabile sarà raccolto in cumuli, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa per essere eventualmente reimpiegato nei ripristini, dopo accurata selezione e previo benessere della D.L.

#### **B.1.d GEOTESSILE**

Il telo "geotessile" adoperato come strato anticontaminante, rinforzo, armatura o drenaggio, sarà pagato a metro quadrato secondo la superficie effettivamente ricoperta dal telo, ed in base alla resistenza a trazione del telo stesso, essendo compreso e compensato nel prezzo di Elenco ogni onere per la fornitura, posa in opera, sfridi, sovrapposizioni, saldature.

Qualora previsto nel progetto, l'Impresa dovrà provvedere ad inserire un geotessile non tessuto all'interfaccia tra lo strato di base e la fondazione in misto granulare, con funzione di separazione (anticontaminante), drenante e di ripartizione dei carichi.

Le caratteristiche del prodotto utilizzato devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DEL GEOTESSILE</b>			
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>
<b>Resistenza alla trazione sia in senso longitudinale sia trasversale.</b>	<b>UNI EN ISO 10319</b>	<b>kN/m</b>	<b>≥ 17</b>
<b>Resistenza al punzonamento statico (CBR).</b>	<b>UNI EN ISO 12236</b>	<b>kN</b>	<b>≥ 3,0</b>
<b>Apertura efficace dei pori <math>d_{90}</math>.</b>	<b>UNI EN ISO 12956</b>	<b>μm</b>	<b>≤ 100</b>
<b>Spessore massimo sotto 2 kPa.</b>	<b>UNI 8279/2</b>	<b>mm</b>	<b>≤ 2,7</b>

Il geotessile sarà del tipo non tessuto costituito al 100% con fibre di polipropilene o poliestere, coesionate mediante agugliatura meccanica con esclusione di collanti o altri componenti chimici; inoltre dovrà presentare una superficie rugosa, dovrà apparire uniforme, essere resistente agli agenti chimici, essere imputrescibile ed atossico.

La posa del geotessile sarà effettuata sul piano dello stabilizzato, previa rullatura dello stesso e spruzzatura di emulsione bituminosa cationica, al 55%, in ragione di 1 kg/m<sup>2</sup> di residuo secco bituminoso.

La larghezza del geotessile deve essere tale da inserirsi perfettamente nel cassonetto, senza formare bordi o risalti. Al fine di permettere un'ottimale disposizione del geotessile nel cassonetto è tollerata una larghezza massima di 2 cm inferiore a quella del cassonetto cui dovrà essere posato.

E' necessario che i sormonti, sia nella testata sia in senso longitudinale, garantiscano una sovrapposizione di almeno 20 cm e che gli stessi vengano cosparsi di emulsione per garantire aderenza e continuità. Inoltre nei tratti in curva è necessario apportare idonei tagli, con opportune sovrapposizioni al fine di assicurarne la continuità. Durante la messa in opera il telo deve essere teso sufficientemente per non creare deformazioni (grinze, pieghe, ecc.).

#### **B.1e GEOGRIGLIA**

Qualora previsto in progetto, l'Impresa dovrà provvedere ad inserire una geogriglia tra gli strati portanti della pavimentazione, con funzione di rinforzo e di barriera alla propagazione verso la superficie di lesioni preesistenti nei vecchi conglomerati bituminosi.

Le caratteristiche del prodotto utilizzato devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DELLA GEOGRIGLIA</b>			
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>
<b>Resistenza alla trazione sia in senso longitudinale sia trasversale. (Allungamenti &lt;4%)</b>	<b>UNI EN ISO 10319</b>	<b>kN/m</b>	<b>≥ 100</b>

La rete di maglia quadrata di lato 12,5 x 12,5 mm dovrà essere costituita da filamenti di fibra di vetro con resistenza a temperature minime di 700 °C e dovrà inoltre essere ricoperta con uno strato di polimeri elastomerici che ne permettano l'adesività.

Le sovrapposizioni tra le diverse strisciate dovranno avvenire secondo le indicazioni del Direttore dei lavori.

#### **B.1f MANO D'ATTACCO**

Per mano d'attacco si intende quell'applicazione di emulsione bituminosa eseguita prima della stesa del conglomerato con lo scopo di migliorare e garantire l'adesione ed il perfetto ancoraggio tra gli strati della pavimentazione.

La mano d'attacco deve sempre essere effettuata tra gli strati di conglomerato bituminoso e secondo le indicazioni della D.L. tra il misto cementato e lo strato di base.

Salvo diverse disposizioni del Progettista, dovrà essere utilizzata emulsione bituminosa cationica (acida) a media rottura designata, in conformità alla norma UNI EN 13808.

Le caratteristiche dell'emulsione bituminosa per la realizzazione della mano d'attacco devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DELL'EMULSIONE BITUMINOSA</b>			
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>
<b>Polarità</b>	<b>UNI EN 1430</b>	<b>-</b>	<b>Cationica</b>
<b>Contenuto di legante+flussante</b>	<b>UNI EN 1431</b>	<b>%</b>	<b>&gt;55+/-2</b>
<b>Contenuto d'acqua</b>	<b>UNI EN 1428</b>	<b>%</b>	<b>45+/-2</b>

<b>Contenuto di flussante</b>	<b>UNI EN 1431</b>	<b>%</b>	<b>&lt;3</b>
<b>Indice di rottura</b>	<b>UNI EN13075-1</b>	<b>-</b>	<b>da 70 a 130</b>
<b>Sedimentazione a 7 giorni</b>	<b>UNI EN 12847</b>	<b>%</b>	<b>&lt;10</b>
<b>Penetrazione a 25°C (sul residuo bituminoso)</b>	<b>UNI EN 1429</b>	<b>dmm</b>	<b>da 70 a 220</b>
<b>Punto di rammolimento (sul residuo bituminoso)</b>	<b>UNI EN 1427</b>	<b>°C</b>	<b>da 40 a 45</b>
Punto di rottura FRAAS (°C) (sul residuo bituminoso)	UNI EN 12593		≤ -8

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti.

La superficie trattata dovrà risultare perfettamente coperta da uno strato omogeneo di prodotto, compresi i bordi verticali del cavo eventualmente fresato.

### **B.1g MEMBRANA IMPERMEABILIZZANTE**

Per membrana impermeabilizzante si intende quello strato di legante bituminoso modificato che svolge contemporaneamente le funzioni di ancoraggio dello strato superiore, mano d'attacco, e di impermeabilizzazione dello strato inferiore. È prevista sotto gli strati di usura drenante-fonassorbente e antisdrucchiolo (SMA).

A seconda del legante utilizzato può essere costituita da uno strato di bitume modificato o di emulsione da bitume modificato.

Nel primo caso dovrà essere impiegato bitume ad alta viscosità, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD).

Il bitume modificato verrà distribuito sulla sede stradale asciutta, preventivamente pulita e depolverizzata, mediante serbatoio semovente munito di barra spruzzatrice e di pompa dosatrice. Per stendere il legante l'Impresa dovrà utilizzare macchine spruzzatrici dotate di unità autonoma di riscaldamento.

Il legante, riscaldato alla temperatura di circa 180°C, dovrà essere spruzzato in modo da ricoprire con spessore omogeneo la superficie stradale in quantità di 1,0 kg/m<sup>2</sup>; la tolleranza ammessa è di ± 0,1 kg/m<sup>2</sup>. Dosaggi differenti dovranno essere autorizzati dalla Direzione Lavori.

Nel secondo caso dovrà essere impiegata emulsione bituminosa proveniente bitume ad alta viscosità, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD), conforme ai requisiti specificati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DELL'EMULSIONE DA BITUME MODIFICATO</b>			
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>
<b>Contenuto di legante+flussante</b>	<b>UNI EN 1431</b>	<b>%</b>	<b>&gt;67+/-2</b>
<b>Contenuto d'acqua</b>	<b>UNI EN 1428</b>	<b>%</b>	<b>&lt;30+/-2</b>
<b>Contenuto di flussante</b>	<b>UNI EN 1431</b>	<b>%</b>	<b>&lt;3</b>
<b>Indice di rottura</b>	<b>UNI EN13075-1</b>	<b>-</b>	<b>da 70 a 130</b>
<b>Sedimentazione a 7 giorni</b>	<b>UNI EN 12847</b>	<b>%</b>	<b>&lt;10</b>
<b>Determinazione del potere pH</b>	<b>UNI EN 12850</b>	<b>-</b>	<b>&lt;6</b>
<b>Penetrazione a 25°C (sul residuo bituminoso)</b>	<b>UNI EN 1429</b>	<b>dmm</b>	<b>da 40 a 70</b>
<b>Punto di rammolimento (sul residuo bituminoso)</b>	<b>UNI EN 1427</b>	<b>°C</b>	<b>&gt; 65</b>
<b>Punto di rottura Fraass</b>	<b>UNI EN 12593</b>	<b>°C</b>	<b>≤ -18</b>

La quantità di emulsione bituminosa modificata spruzzata a caldo dovrà essere calibrata in modo da ricoprire con spessore omogeneo la superficie stradale, stesa in ragione di kg 1,5 kg/m<sup>2</sup> corrispondente a circa 1 kg/m<sup>2</sup> di residuo secco bituminoso; la tolleranza ammessa è di ± 0,1 kg/m<sup>2</sup> di residuo secco.

Dopo la spruzzatura della membrana impermeabilizzante verrà sparso un sottile velo di filler con macchinari idonei (tipo macchina spargisale). Il filler dovrà provenire dalla frantumazione di rocce, preferibilmente, calcaree ed avrà una funzione antiaderente per consentire quindi il transito dei mezzi senza che la membrana venga danneggiata.

La quantità di filler deve essere la minima necessaria per impedire l'incollaggio delle ruote dei mezzi ed evitare eventuali rifluimenti della mano di attacco.



In alternativa al filler, in presenza di umidità elevata, potrà essere utilizzato il pietrischetto prebitumato di classe d/D 4/8 da utilizzarsi secondo le seguenti modalità. Immediatamente dopo la spruzzatura della membrana e prima che la sua temperatura sia scesa sotto i 90°C si provvederà alla granigliatura mediante spargimento con apposita macchina di pietrischetto prebitumato di classe d/D 4/8. Le caratteristiche del pietrischetto devono essere identiche a quelle stabilite dal Capitolato per gli aggregati di classe 4/8 da utilizzare per il conglomerato bituminoso per lo strato di usura drenante-fonoassorbente. Con anticipo di almeno una settimana sui tempi di granigliatura della membrana, il pietrischetto dovrà essere perfettamente rivestito a caldo in impianto con bitume nella quantità di 0,6÷0,8% sul peso degli inerti. Il bitume usato dovrà essere di tipo modificato ovvero additivato con 0,4% in peso da Dopes di adesione di provate qualità. L'operazione di granigliatura dovrà essere immediatamente seguita dall'energica rullatura con rulli muniti di cilindro rivestito di gomma al fine di ancorare alla membrana il pietrischetto prebitumato.

Dopo l'operazione di rullatura seguirà l'asportazione di tutto il pietrischetto prebitumato eccedente e di quello non perfettamente ancorato alla membrana, mediante motospazzatrice aspirante. Al termine dell'operazione tutta la superficie trattata dovrà risultare esente da elementi sciolti e non aderenti. La quantità media di graniglia residua sarà mediamente di 10 ÷ 12 kg/m<sup>2</sup>.

La scelta del tipo di legante da utilizzare e del successivo trattamento antiaderente dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori.

## **B.2 PRESCRIZIONI GENERALI**

L'Impresa ha l'obbligo di eseguire le prove sperimentali preliminari sull'idoneità dei materiali costituenti da utilizzare (aggregati lapidei, leganti bituminosi, conglomerato bituminoso riciclato, additivi); i risultati di tali prove determineranno l'accettazione dei materiali. La Direzione Lavori potrà ordinare ulteriori prove di verifica presso un proprio laboratorio incaricato ed i relativi oneri saranno a carico della Società.

L'Impresa è tenuta a presentare, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori (almeno due settimane) e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare.

L'impresa dovrà provvedere alla validazione delle composizioni ottimali in uscita, presso l'impianto, al fine di dimostrare che tali miscele siano realizzabili non solo in laboratorio ma anche all'impianto di produzione. A tale scopo l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori i "mix design" delle composizioni ottimali.

Le Prove Iniziali di Tipo dovranno essere eseguite, per ogni tipo di miscela bituminosa prevista dalle presenti Prescrizioni tecniche, nello stesso anno solare in cui viene eseguita la messa in opera e prontamente aggiornate qualora dovessero verificarsi cambiamenti dei materiali costituenti o nel processo produttivo.

I requisiti, determinati mediante le prove iniziali di qualifica secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108-20, dovranno essere conformi alle caratteristiche previste per i materiali costituenti e per le miscele finite descritte nelle presenti Prescrizioni tecniche.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati ottenuti ed ha facoltà di richiedere all'Impresa ulteriori analisi sulle miscele e sui materiali presso un proprio laboratorio incaricato. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

L'Impresa dovrà presidiare rigorosamente il proprio processo produttivo mediante l'esecuzione dei Controlli di Produzione in Fabbrica (FPC) secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108-21.

I controlli in produzione comprendono sia l'accertamento periodico dei requisiti definiti per i materiali costituenti e per i prodotti sia le verifiche sul processo di produzione dei conglomerati bituminosi.

## **B.3 LEGANTI BITUMINOSI**

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di base dovrà essere impiegato come legante bituminoso il bitume tal quale o modificato.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58 "Metodi di campionamento dei leganti bituminosi".

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso può essere utilizzato bitume tal quale del tipo 50/70 o 70-100, che dovrà essere conforme alla Norma UNI EN 12591 oppure bitume modificato a bassa o alta viscosità, del tipo 50/70 modificato (tipo SOFT o tipo HARD), che dovrà essere conforme alla Norma UNI EN 14023; i bitumi utilizzati dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

<b>Bitumi a caldo</b>	<b>Norme di riferimento</b>	<b>Tal Quale (50/70)</b>	<b>Tal Quale (70/100)</b>	<b>Soft (50/70)</b>	<b>Hard (50/70)</b>
Palla e anello (°C)	UNI EN 1427	46-54	43-51	65-80	70-90
Penetrazione (dmm)	UNI EN 1426	50-70	70-100	50-70	50-70
Ritorno elastico (%)	UNI EN 13398	> 60	-	≥ 70	≥ 80
Punto di rottura FRAAS (C°)	UNI EN 12593	≤ -8	≤ -10	≤ -10	≤ -12
Stabilità allo stoccaggio tuben test °C	UNI EN 13399	-	-	≤ 3°C	≤ 3°C
Viscosità dinamica a 160 °C (Pa·sec)	UNI EN 13302	0,03- 0,10	0,02-0,10	0,10- 0,30	0,15- 0,4
<i>Valori dopo RTFOT - UNI EN 12607</i>					

Penetrazione residua (%)	UNI EN 1426	≥ 50	≥ 46	≥ 40	≥ 40
Incremento del punto di ramollimento (°C)	UNI EN 1427	≤ 11	≤ 11	≤ 8	≤ 5

#### **B.4 CONGLOMERATO BITUMINOSO DI RECUPERO (FRESATO)**

*Per il confezionamento della miscela, oltre agli aggregati lapidei di primo impiego ed al bitume modificato, è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso di recupero (riciclato) proveniente dalla fresatura, a freddo, di pavimentazioni.*

*Questo materiale, denominato "fresato", potrà essere impiegato nella quantità massima del 20% in peso riferito alla miscela degli aggregati lapidei per la base, 15% in peso riferito alla miscela degli aggregati lapidei per il binder e fino a 10% per l'usura, nel pieno rispetto delle caratteristiche tecniche previste dalle presenti Prescrizioni tecniche.*

*I requisiti degli aggregati costituenti il materiale riciclato dovranno essere conformi alle medesime prescrizioni previste per gli aggregati di primo impiego descritti di seguito per i diversi materiali.*

*Le caratteristiche del conglomerato bituminoso di recupero devono essere determinate in conformità alla norma UNI EN 13108-8. In particolare il cumulo deve essere privo di materie estranee ed il materiale, prima dell'impiego, deve essere opportunamente vagliato per evitare l'inserimento di elementi delle dimensioni superiori a quelle massime della miscela finale. Devono essere accertate il tipo, la quantità e le proprietà del legante e degli aggregati costituenti.*

*Il conglomerato bituminoso dovrà essere confezionato mediante impianti fissi, automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte, attrezzati per il riscaldamento separato del materiale riciclato al fine di contenere al minimo i danni dovuti al riscaldamento del bitume presente nel fresato.*

*L'umidità del fresato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4% in peso; nel caso di valori superiori la produzione di conglomerato bituminoso, con fresato, deve essere sospesa.*

*Le caratteristiche del conglomerato bituminoso riciclato e la quantità di utilizzo dovranno essere riportate nello studio preliminare della miscela (mix design).*

*Qualora non fossero soddisfatti i requisiti previsti, anche relativamente alle temperature di riscaldamento degli aggregati, o in seguito a verifiche di non adeguata omogeneità dei componenti dovrà essere diminuita la percentuale di materiale da riciclare. La mancata osservazione delle prescrizioni fornite dal laboratorio comporterà il divieto di utilizzare il materiale "fresato".*

#### **B.5 ADDITIVI**

*Nel caso di impiego del conglomerato bituminoso riciclato potranno essere utilizzati speciali Attivanti Chimici Funzionali (ACF) per rigenerare le caratteristiche di viscosità ed adesività possedute dal bitume invecchiato e soddisfare le prescrizioni finali richieste per la miscela.*

*Gli Attivanti Chimici Funzionali devono avere le caratteristiche chimico-fisiche descritte nella seguente tabella:*

CARATTERISTICHE DEGLI ATTIVANTI DI RIGENERAZIONE (ACF)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Densità a 25 °C	ASTM D-1298	-	da 0,900 a 0,950
Punto di infiammabilità	ASTM D-92	°C	200
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma=10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa*s	da 0,03 a 0,05
Solubilità in tricloroetilene (in peso)	ASTM D-2042	%	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	da 1,5 a 2,5
Contenuto di acqua (in volume)	ASTM D-95	%	1
Contenuto di azoto (in peso)	ASTM D-3228	%	da 0,8 a 1,0

*La percentuale di impiego deve essere stabilita e validata con prove sulla miscela di conglomerato bituminoso.*

*Le caratteristiche e la quantità di utilizzo degli attivanti di rigenerazione dovranno essere riportate nello studio preliminare della miscela (mix design).*

#### **B.6 CONGLOMERATI BITUMINOSI PRODOTTI A CALDO**

*Nella tabella seguente sono riportati i tipi di conglomerato bituminoso prodotti a caldo in impianto e specificati nelle presenti Prescrizioni tecniche:*

TIPOLOGIE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI PRODOTTI A CALDO		
SIGLA MARCHIO CE	DIMENSIONE MASSIMA AGGREGATI	TIPO DI MISCELA
BASE	31,5-40	base
BINDER	16-20	binder
BINDER	31,5	binder alto modulo
USURA	8-10-12-14	usura - risagomatura
DREN	18-20	usura drenante-fonassorbente
SMA	12-14	usura slittmastix asphalt

I conglomerati bituminosi utilizzati dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalle Norme armonizzate della serie UNI EN 13108. Il materiale fornito dovrà essere accompagnato dal marchio CE per i conglomerati bituminosi prodotti a caldo secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

I conglomerati bituminosi devono possedere elevata resistenza meccanica ed elevata resistenza a fatica (capacità di sopportare il numero maggiore possibile di ripetizioni di carico).

L'Impresa dovrà formulare la miscela ottimale da analizzare mediante prove preliminari al fine di determinare la composizione granulometrica e la quantità effettiva di bitume da impiegare nel conglomerato bituminoso secondo le modalità di qualifica descritte di seguito.

## **B.7 STRATO DI BASE**

### **B.7.1 GENERALITA' PER I CONGLOMERATI BITUMINOSI**

I conglomerati bituminosi, per qualsiasi impiego, saranno costituiti da miscele di aggregati lapidei, definiti dall'art. 38 del presente Capitolato "QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI" alla lettera E "**Aggregati per impiego nelle pavimentazioni stradali**", impastati, previo loro preriscaldamento, con bitume a caldo ed eventuali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato.

I conglomerati bituminosi ed i loro componenti avranno caratteristiche diverse a seconda che vengano impiegati nella stesa di strati di base, di collegamento e di usura.

Le prescrizioni e le caratteristiche dei materiali, per i vari tipi di impiego, saranno riportate nei paragrafi generici e specifici successivi.

### **B.7.2 DESCRIZIONE STRATO DI BASE**

Lo strato di base è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume a bassa viscosità, filler ed eventuali additivi; è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso riciclato. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la pre-compattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Lo spessore della base sarà prescritto nei tipi di progetto e qualora ne sia previsto l'impiego per allargamenti di carreggiata e per realizzare i necessari raccordi e correzioni alla sagoma stradale, detto spessore potrà essere variabile da punto a punto a seconda di quanto verrà prescritto dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di base deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

### **B.7.2 MATERIALI COSTITUENTI**

#### **B.7.2.a AGGREGATI LAPIDEI**

Costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

6. UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
7. Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;
8. Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra  $d > 2 \text{ mm}$  e  $D \leq 45 \text{ mm}$ ; non dovrà provenire da rocce scistose o degradate e dovrà essere costituito da ghiaie naturali, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)</b>					
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>	<b>CATEGORIA (UNI EN 13043)</b>
<b>Dimensione massima</b>	UNI EN 933-1	$D_{\max}$	mm	40	-
<b>Requisito di granulometria</b>	UNI EN 933-1	$G_c$	%		$G_{c90-10}$
<b>Resistenza alla frammentazione</b>	UNI EN 1097-2	LA	%	$\leq 25$	$LA_{25}$
<b>Resistenza al gelo/disgelo</b>	UNI EN 1367-1	F	%	$< 1$	$F_1$
<b>Percentuale di superfici frantumate</b>	UNI EN 933-5	C	%	$\geq 50$	$C_{50/30}$
<b>Affinità ai leganti bituminosi</b>	UNI EN 12697-11	-	%	$< 5$	-
<b>Coefficiente di appiattimento</b>	UNI EN 933-3	FI	%	$< 15$	$FI_{15}$

L'Aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra  $d > 0,063$  mm e  $D < 2$  mm con denominazione  $G_F 85$ ; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima  $D=4$  mm con denominazione  $G_A 90$ . I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)</b>					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 16	$f_{16}$
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	> 70	-

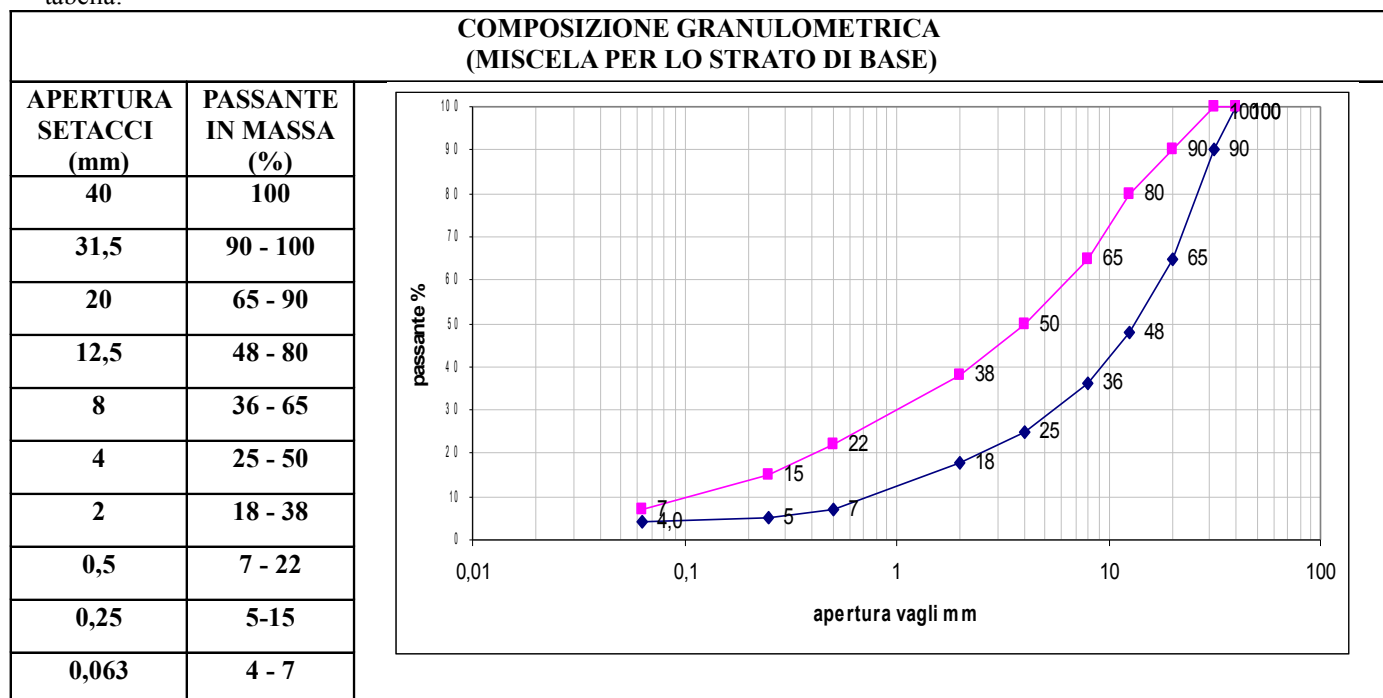
L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asfaltica e ceneri volanti.

Le caratteristiche del filler sono le seguenti:

<b>CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)</b>					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Palla anello (filler/bitume= 1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	> 8	$\Delta_{R\&B/16}$

#### **B.7.2.b CARATTERISTICHE DELLA MISCELA**

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di base dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 ed UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:



La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

<b>CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)</b>					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	$B_{min}$	%	$\geq 3,8$	$B_{min3,8}$

Il legante contenuto nella miscela include il legante del conglomerato riciclato ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

Per l'accettazione del materiale non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

<b>TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)</b>	
<b>MATERIALE COSTITUENTE</b>	<b>TOLLERANZE AMMESSE</b>
<b>Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)</b>	<b>± 5%</b>
<b>Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)</b>	<b>± 3%</b>
<b>Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)</b>	<b>± 2%</b>
<b>Legante (riferito alla miscela)</b>	<b>± 0,3%</b>

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria.

In base al metodo prescelto, le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di base dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

<b>CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI BASE (Metodo Marshall)</b>					
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>	<b>CATEGORIA (UNI EN 13108-1)</b>
<b>Minima stabilità</b>	UNI EN 12697-34	$S_{min}$	kN	>10	-
<b>Quoziente (minimo)</b>	UNI EN 12697-34	$Q_{min}$	kN/mm	>2,0	$Q_{min2,0}$
<b>Quoziente (massimo)</b>	UNI EN 12697-34	-	kN/mm	<4,0	-
<b>Contenuto massimo di vuoti residui</b>	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	$V_{max}$	%	<7	$V_{max7}$
<b>Contenuto minimo di vuoti residui</b>	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	$V_{min}$	%	>3	$V_{min3}$
<b>Sensibilità all'acqua</b>	UNI EN 12697-12	$ITSR$	%	>75	$ITSR_{80}$
<p><b>Art. 77</b> i provini per le misure di stabilità, quoziente e percentuale dei vuoti residui riportate dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o all'atto della stesa e la temperatura di compattazione dovrà essere pari a 150°C ± 5°C;</p> <p><b>Art. 78</b> la determinazione della stabilità viene eseguita a 60°C su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia;</p> <p><b>Art. 79</b> il contenuto dei vuoti dovrà essere determinato in conformità alla norma UNI EN 13108-20.</p>					

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI BASE (Metodo volumetrico)						
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)	
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	$V_{10G_{min}}$	%	>10	$V_{10G_{min9}}$	
		$V_{10G_{max}}$	%	<14	-	
Vuoti a 100 rotazioni		$V_{min}$	%	>3	$V_{min3,0}$	
		$V_{max}$	%	<7	$V_{max7}$	
Vuoti a 180 rotazioni		$V_{min}$	%	>2	$V_{min2,0}$	

Modulo di rigidità	UNI EN 12697-26	$S_{min}$	MPa	> 2500	$S_{min2\ 200}$
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm <sup>2</sup>	>1,5	-
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>75	ITSR <sub>80</sub>

**CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria):**

Art. 80	angolo di rotazione: 1,25° +0,02°;
Art. 81	velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
Art. 82	pressione verticale: kPa 600;
Art. 83	diametro del provino: mm 150;
Art. 84	i requisiti di resistenza e di rigidità saranno valutati su provini compattati a 100 rotazioni.

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI BASE (Requisiti prestazionali)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25 (proc. B)	$f_{cmax}$	µm/m/n	<0,8	$f_{cmax0,8}$
In alternativa					
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22 (disp. Piccolo)	$WTS_{AIR}$	mm/10 <sup>3</sup> cicli	<0,8	$WTS_{AIR0,8}$
Art. 85 Per evitare la duplicazione di specifiche ("eccesso di specifiche") non dovranno essere determinati entrambi i requisiti.					
Art. 86 Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione Marshall a 75 colpi per faccia o della compattazione volumetrica, con pressa giratoria, a 180 giri.					

**Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.**

**I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:**

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥150	≤180

**B.7.2.c CARATTERISTICHE DELLO STRATO**

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione Lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI BASE (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di compattazione (per ogni campione)	UNI EN 12697-9	%	≥ 95
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI BASE (Vuoti residui del campione prelevato in opera)
--

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	$V_{\max}$	%	< 10

**Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27**

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI BASE				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE	
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	<4	

**B.7.3 STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)**

**B.7.3.a DESCRIZIONE**

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume a bassa viscosità, filler ed eventuali additivi; è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso riciclato. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della mano d'attacco in emulsione bituminosa in conformità ai requisiti definiti nelle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di collegamento deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

**B.7.3.b MATERIALI COSTITUENTI**

**B.7.3.b.1 AGGREGATI LAPIDEI**

Costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

9. UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";

10. Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;

11.

Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra  $d > 2$  mm e  $D \leq 45$  mm; non dovrà provenire da rocce scistose o degradate e dovrà essere costituito da ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. I materiali, ottenuti dalla frantumazione di rocce ignee (andesite o porfido quarzifero), dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Petrografia (per la classe granulometrica >4 mm)	UNI EN 932-3	-	-	Rocce ignee (andesite o porfido quarzifero)	-
Dimensione massima	UNI EN 933-1	$D_{\max}$	mm	20	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	$G_c$	%		$G_{c90-10}$
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	$\leq 25$	$LA_{25}$
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	<1	$F_1$
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	$\geq 50$	$C_{50/30}$
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	<5	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	<15	$FI_{15}$

L'Aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra  $d > 0,063$  mm e  $D < 2$  mm con denominazione  $G_F 85$ ; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima  $D=4$  mm con denominazione  $G_A 90$ .

Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)</b>					
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>	<b>CATEGORIA (UNI EN 13043)</b>
<b>Passante al setaccio 0,063</b>	UNI EN 933-1	f	%	< 16	f <sub>16</sub>
<b>Equivalente in sabbia</b>	UNI EN 933-8	SE	%	>70	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asfaltica e ceneri volanti.

Qualunque sia la provenienza o la natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)</b>					
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>	<b>CATEGORIA (UNI EN 13043)</b>
<b>Passante al setaccio 2 mm</b>	UNI EN 933-10	-	%	100	-
<b>Passante al setaccio 0,125 mm</b>	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
<b>Passante al setaccio 0,063 mm</b>	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
<b>Indice di plasticità</b>	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
<b>Porosità del filler compattato secco (Ridgen)</b>	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	V <sub>28/45</sub>
<b>Palla anello (filler/bitume=1,5)</b>	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	> 8	$\Delta_{R\&B/16}$

#### **B.7.3.c CARATTERISTICHE DELLA MISCELA**

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

<b>COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)</b>	
<b>APERTURA SETACCI (mm)</b>	<b>PASSANTE IN MASSA (%)</b>
<b>20</b>	<b>100</b>
<b>16</b>	<b>85 - 100</b>
<b>12,5</b>	<b>70 - 90</b>
<b>8</b>	<b>52 - 75</b>
<b>4</b>	<b>36 - 58</b>
<b>2</b>	<b>25 - 42</b>
<b>0,5</b>	<b>10 - 23</b>
<b>0,25</b>	<b>5 - 15</b>
<b>0,063</b>	<b>4 - 7</b>



La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

<b>CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)</b>					
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>	<b>CATEGORIA (UNI EN 13108)</b>
<b>Contenuto di legante (riferito alla miscela)</b>	UNI EN 12697-1 e 39	$B_{min}$	%	$\geq 4,4$	$B_{min4,4}$

Il legante contenuto nella miscela include il legante del conglomerato riciclato ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

<b>TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)</b>	
<b>MATERIALE COSTITUENTE</b>	<b>TOLLERANZE AMMESSE</b>
<b>Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)</b>	$\pm 5\%$
<b>Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)</b>	$\pm 3\%$
<b>Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)</b>	$\pm 2\%$
<b>Legante (riferito alla miscela)</b>	$\pm 0,3\%$

Il legante contenuto nella miscela include il legante del conglomerato riciclato ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria.

In base al metodo prescelto, le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di base dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

<b>CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO (Metodo Marshall)</b>					
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>	<b>CATEGORIA (UNI EN 13108-1)</b>
<b>Minima stabilità</b>	UNI EN 12697-34	$S_{min}$	kN	$>10$	-
<b>Quoziente (minimo)</b>	UNI EN 12697-34	$Q_{min}$	kN/mm	$>2,0$	$Q_{min2,0}$
<b>Quoziente (massimo)</b>	UNI EN 12697-34	-	kN/mm	$<4,0$	-
<b>Contenuto massimo di vuoti residui</b>	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	$V_{max}$	%	$<7$	$V_{max7}$
<b>Contenuto minimo di vuoti residui</b>	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	$V_{min}$	%	$>3$	$V_{min3}$
<b>Sensibilità all'acqua</b>	UNI EN 12697-12	$ITSR$	%	$>75$	$ITSR_{80}$
<p><b>Art. 87</b> i provini per le misure di stabilità, quoziente e percentuale dei vuoti residui riportate dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o all'atto della stesa e la temperatura di compattazione dovrà essere pari a <math>150^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}</math>;</p> <p><b>Art. 88</b> la determinazione della stabilità viene eseguita a <math>60^{\circ}\text{C}</math> su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia;</p> <p><b>Art. 89</b> il contenuto dei vuoti dovrà essere determinato in conformità alla norma UNI EN 13108-20.</p>					

<b>CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO</b>
--

<i>(Metodo volumetrico)</i>					
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>	<b>CATEGORIA (UNI EN 13108-1)</b>
<b>Vuoti a 10 rotazioni</b>	UNI EN 12697-5, 6, 8	$V_{10G_{min}}$	%	>10	$V_{10G_{min}9}$
		$V_{10G_{max}}$	%	<14	-
<b>Vuoti a 100 rotazioni</b>		$V_{min}$	%	>3	$V_{min3,0}$
		$V_{max}$	%	<6	$V_{max6}$
<b>Vuoti a 180 rotazioni</b>		$V_{min}$	%	>2	$V_{min2,0}$
<b>Modulo di rigidezza</b>	UNI EN 12697-26	$S_{min}$	MPa	> 3 000	$S_{min2\ 800}$
<b>Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C</b>	UNI EN 12697-23	$ITS$	N/mm <sup>2</sup>	>1,3	-
<b>Sensibilità all'acqua</b>	UNI EN 12697-12	$ITSR$	%	>75	$ITSR_{80}$
<b>CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria):</b>					
Art. 90	<b>angolo di rotazione:</b> 1,25° +0,02°;				
Art. 91	<b>velocità di rotazione:</b> 30 rotazioni/minuto;				
Art. 92	<b>pressione verticale:</b> kPa 600;				
Art. 93	<b>diametro del provino:</b> mm 150;				
Art. 94	<b>i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a 100 rotazioni.</b>				

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO ( <i>Requisiti prestazionali</i> )					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	$f_{cmax}$	$\mu m/m/n$	<0,8	$f_{cmax0,8}$
<i>In alternativa</i>					
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22	$WTS_{AIR}$	<0,8	$WTS_{AIR0,8}$	<0,8

Art. 95 Per evitare la duplicazione di specifiche (“eccesso di specifiche”) non dovranno essere determinati entrambi i requisiti.

Art. 96 Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione Marshall a 75 colpi per faccia o della compattazione volumetrica, con pressa giratoria a 180 giri.

***Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.***

***I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:***

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥150	≤180

#### B.7.3.d CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

<b>ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO</b> (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 95
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

<b>ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO</b> (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	$V_{max}$	%	< 8
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27				

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO</b>			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	<4
Resistenza di attrito radente (PTV)*	UNI EN 13036-4	-	≥55
Macrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036-1	mm	≥0,3
*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare.			

#### **B.7.4 STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO**

##### **B.7.4.a DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE**

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato, filler ed eventuali additivi. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

La caratteristica principale di questo tipo di conglomerato è l'aumento della capacità portante della struttura stradale mediante una ripartizione dei carichi che favorisce una riduzione degli sforzi e delle conseguenti deformazioni sugli strati inferiori.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della mano d'attacco in emulsione bituminosa in conformità ai requisiti definiti nel paragrafo 2.5.3 delle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di collegamento deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

##### **B.7.4.a MATERIALI COSTITUENTI**

##### **B.7.4.b .1 AGGREGATI LAPIDEI**

Costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

12. UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
13. Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;
- 14.

Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra  $d > 2$  mm e  $D \leq 45$  mm; non dovrà provenire da rocce scistose o degradate e dovrà essere costituito da ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO</b> <b>(MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)</b>					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Petrografia (per la classe granulometrica $> 4$ mm)	UNI EN 932-3	-	-	Rocce ignee (andesite o porfido quarzifero)	-
Dimensione massima	UNI EN 933-1	$D_{max}$	mm	31,5	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	$G_c$	%		$G_{c90-10}$
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	$\leq 22$	$LA_{25}$
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	$\leq 1$	$F_1$
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	100	$C_{100/0}$
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	$< 5$	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	$\leq 15$	$FI_{15}$

L'Aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra  $d > 0,063$  mm e  $D < 2$  mm con denominazione  $G_F 85$ ; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima  $D = 4$  mm con denominazione  $G_A 90$ . I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE</b> <b>(MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)</b>					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	$< 10$	$f_{10}$
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	$> 70$	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asfaltica e ceneri volanti.

Qualunque sia la provenienza o la natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER</b> <b>(MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)</b>					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	$V_{28/45}$
Palla anello (filler/bitume=1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	$> 8$	$\Delta_{R\&B/16}$

#### **B.7.4.b.2 LEGANTE**

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento ad alto modulo complesso dovrà essere impiegato come legante bituminoso il bitume modificato ottenuto dalla fusione di bitume semisolido con polimeri che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58-1 (Metodi di campionamento dei leganti bituminosi).

Il bitume modificato, del tipo 10/40 modificato (tipo alto modulo), dovrà essere conforme alla Norma UNI EN 14023 e dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

<b>CARATTERISTICHE DEL BITUME MODIFICATO (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)</b>			
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	da 20 a 50
Punto di rammollimento (palla anello)	UNI EN 1427	°C	da 70 a 90
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	<-16
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	>90
Stabilità allo stoccaggio (3 gg a 180°C)	UNI EN 13399	°C	<1,5
Viscosità dinamica a 100 °C, $\gamma=10s^{-1}$	UNI EN 13702-2	Pa*s	da 60 a 110
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma=10s^{-1}$	UNI EN 13702-2	Pa*s	da 0,5 a 0,8
<b>RESISTENZA ALL'INVECCHIAMENTO</b>			
Variazione della penetrazione residua a 25°C (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 1426	%	<50
Incremento del punto di rammollimento (RTFOT UNI EN 12607-1)	UNI EN 1427	°C	<10
Penetrazione 25°C (dopo "tuben test" UNI EN 13399)	UNI EN 1426	$\Delta dmm$	$\leq 5$
Rammollimento (dopo "tuben test" UNI EN 13399)	UNI EN 1427	$\Delta ^\circ C$	$\leq 3$

#### **B.7.4.c CARATTERISTICHE DELLA MISCELA**

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento ad alto modulo dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

<b>COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)</b>	
<b>APERTURA SETACCI (mm)</b>	<b>PASSANTE IN MASSA (%)</b>
31,5	100
20	90 - 100
16	80 - 95
12,5	70 - 90
8	55 - 75
4	38 - 55
2	28 - 44
0,5	15 - 28
0,25	12 - 22
0,063	8 - 14

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

<b>CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)</b>					
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>	<b>CATEGORIA (UNI EN 13108)</b>
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	$B_{min}$	%	$\geq 5,0$	$B_{min5,0}$

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

<b>TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)</b>	
<b>MATERIALE COSTITUENTE</b>	<b>TOLLERANZE AMMESSE</b>
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	$\pm 5\%$
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	$\pm 3\%$

Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%
Legante (riferito alla miscela)	± 0,3%

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria.

Il conglomerato bituminoso binder ad alto modulo dovrà essere specificato mediante parametri prestazionali.

Le caratteristiche richieste dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	$V_{10G_{min}}$	%	>10	$V_{10G_{min9}}$
		$V_{10G_{max}}$	%	<14	-
Vuoti a 100 rotazioni		$V_{min}$	%	>2,0	$V_{min2,0}$
		$V_{max}$	%	<5,0	$V_{max5,0}$
Vuoti a 180 rotazioni		$V_{min}$	%	>1,0	$V_{min1,0}$
Modulo di rigidezza (campione prismatico) - a 10°C e 8 Hz	UNI EN 12697-26 All. B	$S_{min}$	MPa	>10000	$S_{min5500}$
- a 20°C e 8 Hz	UNI EN 12697-26 All. B	$S_{min}$	MPa	>6500	
- a 30°C e 8 Hz	UNI EN 12697-26 All. B	$S_{min}$	MPa	>4000	
In alternativa: Modulo di rigidezza (campione cilindrico) - a 10°C	UNI EN 12697-26 All. C	$S_{min}$	MPa	>11000	$S_{min7000}$
- a 20°C	UNI EN 12697-26 All. C	$S_{min}$	MPa	>7000	
- a 30°C	UNI EN 12697-26 All. C	$S_{min}$	MPa	>4500	
Sensibilità all’acqua	UNI EN 12697-12	$ITSR$	%	>90	$ITSR_{90}$
Resistenza a fatica	UNI EN 12697-24 All. D	$\epsilon_6$	-	>130	$\epsilon_{6-130}$
CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria):					
Art. 97		angolo di rotazione: 1,25° +0,02°;			
Art. 98		velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;			
Art. 99		pressione verticale: kPa 600;			
Art. 100		diametro del provino: mm 150;			
Art. 101		i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a 100 rotazioni.			

**Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.**

**I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:**

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥165	≤190

#### B.7.4.d CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate secondo il metodo del grado di compattazione in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO</b> (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>
<b>Grado di addensamento (per ogni campione)</b>	UNI EN 12697-6	%	> 95
<b>Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).</b>			

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO</b>			
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>
<b>Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)</b>	UNI EN 13036-7	mm	<4
<b>Resistenza di attrito radente (PTV)*</b>	UNI EN 13036-4	-	≥55
<b>Macrorugosità superficiale (HS)*</b>	UNI EN 13036-1	mm	≥0,3
<b>*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare.</b>			

## **B.7.5 STRATO DI USURA**

### **B.7.5.a DESCRIZIONE**

Lo strato di usura è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventuali additivi e bitume ad alta viscosità ed è confezionato a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della mano d'attacco in emulsione bituminosa in conformità ai requisiti definiti nelle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

Il conglomerato per lo strato di usura può essere utilizzato anche per l'esecuzione di risagomature del piano stradale per strati con spessore inferiori a cm. 5.

### **B.7.5.b MATERIALI COSTITUENTI**

#### **B.7.5.b.1 AGGREGATI LAPIDEI**

Costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

15. UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
16. Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;
- 17.

Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra  $d > 2$  mm e  $D \leq 45$  mm; non dovrà provenire da rocce scistose o degradate e dovrà essere costituito da ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei.

I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO</b> (MISCELA PER LO STRATO DI USURA-RISAGOMATURA)					
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>	<b>CATEGORIA</b>

					(UNI EN 13043)
<b>Petrografia</b> (per la classe granulometrica >4 mm)	UNI EN 932-3	-	-	Rocce ignee (andesite o porfido quarzifero)	-
<b>Dimensione massima</b>	UNI EN 933-1	D <sub>max</sub>	mm	<14	-
<b>Requisito di granulometria</b>	UNI EN 933-1	G <sub>C</sub>	%		G <sub>C</sub> 90-10
<b>Resistenza alla frammentazione</b>	UNI EN 1097-2	LA	%	≤20	LA <sub>20</sub>
<b>Resistenza al gelo/disgelo</b>	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	F <sub>1</sub>
<b>Percentuale di superfici frantumate</b>	UNI EN 933-5	C	%	70	C <sub>50/10</sub>
<b>Affinità ai leganti bituminosi</b>	UNI EN 12697-11	-	%	<5	-
<b>Coefficiente di appiattimento</b>	UNI EN 933-3	FI	%	≤15	FI <sub>15</sub>

L'Aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra d>0,063 mm e D<2 mm con denominazione G<sub>F</sub> 85; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima D=4 mm con denominazione G<sub>A</sub> 90. I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE</b> (MISCELA PER LO STRATO DI USURA-RISAGOMATURA)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
<b>Passante al setaccio 0,063</b>	UNI EN 933-1	f	%	< 18	f <sub>18</sub>
<b>Equivalente in sabbia</b>	UNI EN 933-8	SE	%	>75	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asfaltica e ceneri volanti.

I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER</b> (MISCELA PER LO STRATO DI USURA-RISAGOMATURA)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
<b>Passante al setaccio 2 mm</b>	UNI EN 933-10	-	%	100	-
<b>Passante al setaccio 0,125 mm</b>	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
<b>Passante al setaccio 0,063 mm</b>	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
<b>Indice di plasticità</b>	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
<b>Porosità del filler compattato secco (Ridgen)</b>	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	V <sub>28/45</sub>
<b>Palla anello (filler/bitume=1,5)</b>	UNI EN 13179-1	Δ <sub>R&amp;B</sub>	%	> 8	Δ <sub>R&amp;B8/16</sub>

#### B.7.5.c CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di usura-risagomatura dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

<b>COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA</b> (MISCELA PER LO STRATO DI USURA-RISAGOMATURA)		
APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)	
14	100	
12,5	90 - 100	
8	70 - 90	
4	43 - 67	
2	25 - 45	



0,5	13 - 26	
0,25	10 - 20	
0,063	6 - 11	

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI USURA-RISAGOMATURA)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B <sub>min</sub>	%	≥5,4	B <sub>min5,4</sub>

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA-RISAGOMATURA)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	± 3%
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%
Legante (riferito alla miscela)	± 0,3%

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria.

In base al metodo prescelto, le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di base dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA-RISAGOMATURA (Metodo Marshall)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Minima stabilità	UNI EN 12697-34	S <sub>min</sub>	kN	>12,5	S <sub>min12,5</sub>
Quoziente (minimo)	UNI EN 12697-34	Q <sub>min</sub>	kN/mm	>3	Q <sub>min3</sub>
Quoziente (massimo)	UNI EN 12697-34	-	kN/mm	<5	-
Contenuto massimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V <sub>max</sub>	%	<6	V <sub>max6</sub>
Contenuto minimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	V <sub>min</sub>	%	>3	V <sub>min3</sub>
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	ITSR	%	>75	ITSR <sub>80</sub>
<p>Art. 102 i provini per le misure di stabilità, quoziente e percentuale dei vuoti residui riportate dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o all'atto della stesa e la temperatura di compattazione dovrà essere pari a 150°C ± 5°C;</p> <p>Art. 103 la determinazione della stabilità viene eseguita a 60°C su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia;</p> <p>Art. 104 il contenuto dei vuoti dovrà essere determinato in conformità alla norma UNI EN 13108-20.</p>					

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA-RISAGOMATURA (Metodo volumetrico)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	$V_{10G_{min}}$	%	>10	$V_{10G_{min9}}$
		$V_{10G_{max}}$	%	<14	-
Vuoti a 100 rotazioni		$V_{min}$	%	>3	$V_{min3,0}$
		$V_{max}$	%	<6	$V_{max6}$
Vuoti a 180 rotazioni		$V_{min}$	%	>2	$V_{min2,0}$
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26	$S_{min}$	MPa	> 3 300	$S_{min3\ 600}$
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	$ITS$	N/mm <sup>2</sup>	>1,5	-
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	$ITSR$	%	>75	$ITSR_{80}$
CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria):					
Art. 105		angolo di rotazione: 1,25° +0,02°;			
Art. 106		velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;			
Art. 107		pressione verticale: kPa 600;			
Art. 108		diametro del provino: mm 150;			
Art. 109		i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati a 100 rotazioni.			

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA-RISAGOMATURA (Requisiti prestazionali)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-1)
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	$f_{cmax}$	µm/m/n	<0,8	$f_{cmax0,8}$
<i>In alternativa</i>					
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22	$WTS_{AIR}$	mm10 <sup>3</sup> cicli	<10	$WTS_{AIR10}$
Art. 110 Per evitare la duplicazione di specifiche ("eccesso di specifiche") non dovranno essere determinati entrambi i requisiti. Art. 111 Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione Marshall a 75 colpi per faccia o della compattazione volumetrica, con pressa giratoria a 180 giri.					

**Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.**

**I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:**

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA RISAGOMATURA)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥150	≤180

#### B.7.5.d CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo

strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

<b>ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA-RISAGOMATURA</b> (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 95
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

<b>ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA-RISAGOMATURA</b> (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	$V_{max}$	%	< 7
<b>Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27</b>				

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI USURA-RISAGOMATURA</b>			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	<4
Resistenza di attrito radente	UNI EN 13036-4	PTV	≥55
Macrorugosità superficiale (HS)	UNI EN 13036-1	mm	≥0,3

#### **B.7.6 SMA (SPLITT MASTIX ASPHALT)**

##### **B.7.6.a DESCRIZIONE**

Lo strato di usura antisdrucchiolo chiuso è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventuali additivi e bitume modificato ad alta viscosità ed è confezionato a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della membrana impermeabilizzante in conformità ai requisiti definiti nel paragrafo 2.5.4 delle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura antisdrucchiolo deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-5.

##### **B.7.6.b MATERIALI COSTITUENTI**

###### **B.7.6.b.1 AGGREGATI LAPIDEI**

Costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

18. UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
19. Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;
- 20.

Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra  $d > 2$  mm e  $D < 45$  mm; non dovrà provenire da rocce scistose o degradate e dovrà essere costituito da ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO (MISCELA PER LO SMA)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Petrografia (per la classe granulometrica >4 mm)	UNI EN 932-3	-	-	Rocce ignee effusive (andesite o porfido quarzifero)	-
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D <sub>max</sub>	mm	<14	-
Requisito di granulometria	UNI EN 933-1	G <sub>c</sub>	%	-	G <sub>c</sub> 90-10
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤18	LA <sub>20</sub>
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	PSV	-	≥0,45	PSV <sub>44</sub>
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	F <sub>1</sub>
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	100	C <sub>100/0</sub>
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	<5	-
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤10	FI <sub>10</sub>

Con riferimento alle caratteristiche dei materiali lapidei ed in considerazione dei risultati delle prove di prequalificazione e delle effettive disponibilità dei materiali nel mercato, mentre si conferma che ad una perdita di peso con la prova Los Angeles del 18% può corrispondere una Resistenza alla levigazione pari a 0,45; vengono considerati accettabili superiori valori di prova Los Angeles qualora eventualmente vengano migliorati i valori di PSV secondo la seguente tabella:

RESISTENZA ALLA FRAMMENTAZIONE (LA)	RESISTENZA ALLA LEVIGAZIONE (PSV)
≤ 18%	≥ 45
≤ 22%	≥ 47

Non vengono accettati materiali con Los Angeles > 22%.

L'Aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra d>0,063 mm e D<2 mm con denominazione G<sub>F</sub> 85; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima D=4 mm con denominazione G<sub>A</sub> 90. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE (MISCELA PER LO SMA)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 10	f <sub>10</sub>
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	>70	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asfaltica e ceneri volanti.

Qualunque sia la provenienza o la natura petrografica, i materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER (MISCELA PER LO SMA)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	V <sub>28/45</sub>
Palla anello (filler/bitume=1,5)	UNI EN 13179-1	Δ <sub>R&amp;B</sub>	%	> 8	Δ <sub>R&amp;B/16</sub>

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato d'usura antisdrucchiolo chiuso il Produttore potrà utilizzare filler di apporto e calce idrata o filler di apporto e microfibre.

Qualora il Produttore utilizzi la prima soluzione (filler di apporto e calce idrata), il tenore di calce idrata da inserire sarà del 2% rispetto al peso della miscela.

Qualora il Produttore utilizzi la seconda soluzione (filler di apporto e microfibre), dovranno essere utilizzate fibre di pura cellulosa compressa in granuli, eventualmente prebitumati, aventi lunghezza media di  $\mu\text{m}$  200/ 300 e densità g/l 400/500. Le fibre dovranno essere inserite nel conglomerato in fase di miscelazione e dosate in ragione dello 0,3% rispetto al peso degli aggregati.

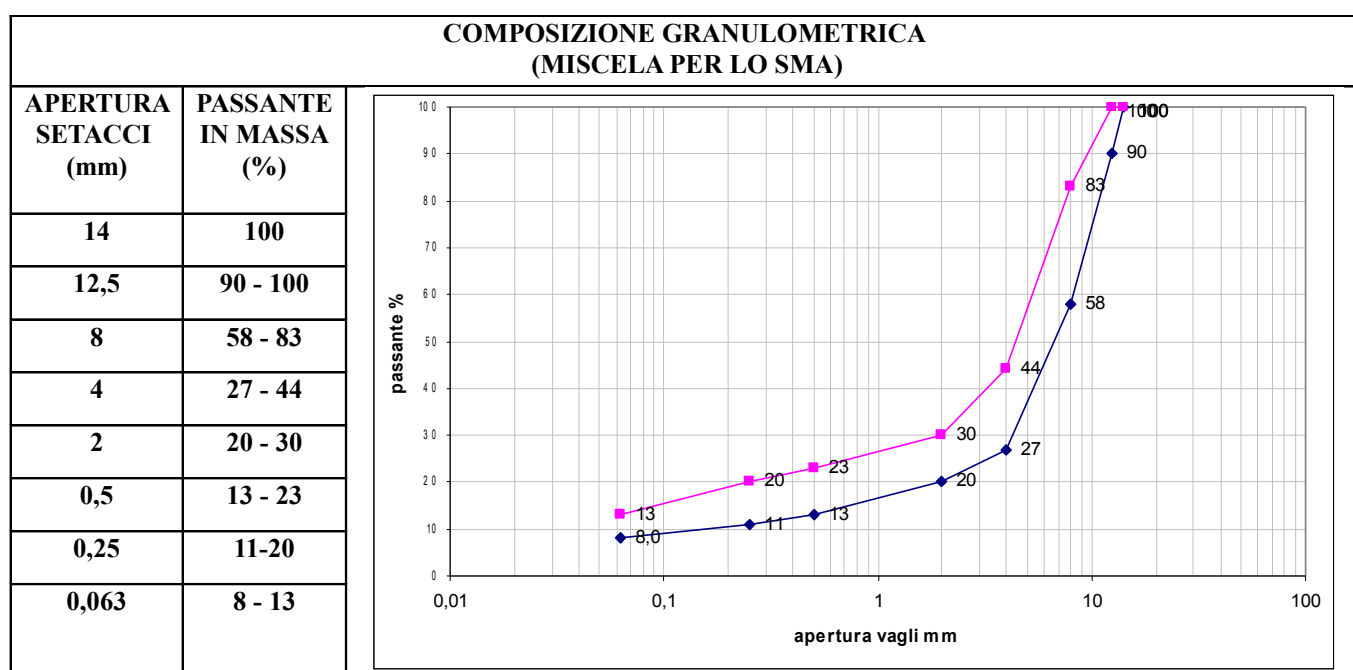
La scelta della soluzione da adottare sarà a discrezione della Direzione Lavori sulla base dei risultati ottenuti in fase di validazione della composizione ottimale con riferimento ai valori ottenuti relativi al requisito del drenaggio del legante.

#### B.7.6.b.2 LEGANTE

Il bitume da utilizzare dovrà essere del tipo modificato a bassa viscosità, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD), ed essere conforme alla Norma UNI EN 14023.

#### B.7.6.c CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di usura antisdrucchiolo chiuso dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:



La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO SMA)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-5)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B <sub>min</sub>	%	≥5,6	B <sub>min5,6</sub>

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER LO SMA)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	± 3%
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%
Legante (riferito alla miscela)	± 0,3%

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela da effettuare secondo il metodo Marshall o, in alternativa, secondo il metodo Volumetrico mediante pressa giratoria. In base al metodo prescelto, le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di base dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO SMA (Metodo Marshall)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-5)
Minima stabilità	UNI EN 12697-34	$S_{min}$	kN	>10	
Quoziente (minimo)	UNI EN 12697-34	$Q_{min}$	kN/mm	>1,5	
Vuoti riempiti con bitume	UNI EN 12697-8	$VFB_{min}$	%	>80	$VFB_{min80}$
Contenuto massimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	$V_{max}$	%	<5	$V_{max5}$
Contenuto minimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6B UNI EN 12697-5A	$V_{min}$	%	>2	$V_{min3}$
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	$ITSR$	%	>75	$ITSR_{80}$
<p>Art. 112 i requisiti di Stabilità Marshall e Quoziente Marshall richiesti, non sono previsti dalle UNI EN 13108-5.</p> <p>Art. 113 i provini per le misure di stabilità, quoziente e percentuale dei vuoti residui riportate dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o all'atto della stesa e la temperatura di compattazione dovrà essere pari a <math>170^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}</math>;</p> <p>Art. 114 la determinazione della stabilità viene eseguita a <math>60^{\circ}\text{C}</math> su 4 provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia;</p> <p>Art. 115 il contenuto dei vuoti dovrà essere determinato in conformità alla norma UNI EN 13108-20.</p>					

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO SMA (Metodo volumetrico)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-5)
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-5, 6, 8	$V_{10G_{min}}$	%	>10	$V_{10G_{min9}}$
		$V_{10G_{max}}$	%	<14	-
Vuoti a 100 rotazioni		$V_{min}$	%	>2	$V_{min3,0}$
		$V_{max}$	%	<5	$V_{max5}$
Vuoti a 180 rotazioni		$V_{min}$	%	>2	$V_{min2,0}$
Vuoti riempiti con bitume	UNI EN 12697-8	$VFB_{min}$	%	>80	$VFB_{min80}$
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26	$S_{min}$	MPa	> 3 000	$S_{min3\ 600}$
Sensibilità all’acqua	UNI N 12697-12	$ITSR_{min}$	%	>75	$ITSR_{min\ 80}$
Drenaggio del legante	UNI EN 12697-18	$D$	%	<0,6	$D_{0,6}$
CONDIZIONI DI PROVA (parametri della pressa giratoria):					
Art. 116		angolo di rotazione: 1,25° +0,02°;			
Art. 117		velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;			
Art. 118		pressione verticale: kPa 600;			
Art. 119		diametro del provino: mm 150;			
Art. 120		Il requisito della rigidezza sarà valutato su provini			
compattati a 100 rotazioni.					

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO SMA (Requisiti prestazionali)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-5)
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22	$WTS_{AIR}$	mm/10 <sup>3</sup> cicli	<0,5	$WTS_{AIR0,5}$
<b>Art. 121</b> Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione Marshall a 75 colpi per faccia o della compattazione volumetrica, con pressa giratoria a 180 giri.					

*Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.*

*I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:*

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO SMA)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥150	≤190

#### B.7.6.d CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie. Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA ANTISDRUCCIOLO CHIUSO (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 95
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA ANTISDRUCCIOLO CHIUSO (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	$V_{max}$	%	< 8
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27				

#### B.7.6.e CARATTERISTICHE DI ADERENZA SUPERFICIALE DELLO STRATO

Le caratteristiche di aderenza superficiale dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO (USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE)			
TRATTI DI LUNGHEZZA INFERIORE A m 400			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Resistenza all'attrito radente	UNI EN 13036-4	PTV	> 55
Macrorugosità superficiale (HS)	UNI EN 13036-1	mm	>0,3

#### B.7.7 STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE

##### B.7.7.a DESCRIZIONE

Lo strato di usura drenante e fonoassorbente è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventuali additivi e bitume modificato ad alta viscosità ed è confezionato a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante. Il conglomerato bituminoso drenante-fonoassorbente contiene un elevato tenore di vuoti intercomunicanti che permettono il passaggio di acqua ed aria con lo scopo di consentire la permeabilità e diminuire il rumore dei veicoli circolanti sulla superficie.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura drenante e fonoassorbente è un materiale ad elevato tenore di vuoti e deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-7.

#### **B.7.7.b MATERIALI COSTITUENTI**

##### **B.7.7.b.1 AGGREGATI LAPIDEI**

Costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

21. UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
22. Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;
- 23.

Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra  $d > 2$  mm e  $D \leq 45$  mm; non dovrà provenire da rocce scistose o degradate e dovrà essere costituito da ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei.

I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO (MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE)</b>					
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>	<b>CATEGORIA (UNI EN 13043)</b>
<b>Petrografia (per la classe granulometrica &gt;4 mm)</b>	UNI EN 932-3	-	-	Rocce ignee effusive (andesite o porfido quarzifero)	-
<b>Dimensione massima</b>	UNI EN 933-1	$D_{max}$	mm	<20	-
<b>Requisito di granulometria</b>	UNI EN 933-1	$G_c$	%	-	$G_{c90-10}$
<b>Resistenza alla frammentazione</b>	UNI EN 1097-2	LA	%	$\leq 18$	$LA_{20}$
<b>Resistenza alla levigazione</b>	UNI EN 1097-8	PSV	-	$\geq 0,45$	$PSV_{44}$
<b>Resistenza al gelo/disgelo</b>	UNI EN 1367-1	F	%	$\leq 1$	$F_1$
<b>Percentuale di superfici frantumate</b>	UNI EN 933-5	C	%	100	$C_{100/0}$
<b>Affinità ai leganti bituminosi</b>	UNI EN 12697-11	-	%	<5	-
<b>Coefficiente di appiattimento</b>	UNI EN 933-3	FI	%	$\leq 10$	$FI_{10}$

Con riferimento alle caratteristiche dei materiali lapidei ed in considerazione dei risultati delle prove di prequalificazione e delle effettive disponibilità dei materiali nel mercato, mentre si conferma che ad una perdita di peso con la prova Los Angeles del 18% può corrispondere una resistenza alla levigazione pari a 0,45; vengono considerati accettabili superiori valori di prova Los Angeles qualora eventualmente vengano migliorati i valori di PSV secondo la seguente tabella:

<b>RESISTENZA ALLA FRAMMENTAZIONE (LA)</b>	<b>RESISTENZA ALLA LEVIGAZIONE (PSV)</b>
--	--



$\leq 18\%$	$\geq 45$
$\leq 22\%$	$\geq 47$

Non vengono accettati materiali con Los Angeles > 22%. L'Aggregato fine appartiene alla classe granulometrica compresa tra  $d > 0,063$  mm e  $D < 2$  mm con denominazione  $G_F 85$ ; dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e privo di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei. È ammesso l'impiego di aggregati fini in frazione unica con dimensione massima  $D=4$  mm con denominazione  $G_A 90$ .

I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE</b> (MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 10	f <sub>10</sub>
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	>70	-

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e dovrà provenire preferibilmente dalla frantumazione di rocce calcaree. Possono essere utilizzati anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asfaltica e ceneri volanti.

I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER</b> (MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V	%	da 28 a 45	V <sub>28/45</sub>
Palla anello (filler/bitume= 1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	> 8	$\Delta_{R\&B/16}$

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato d'usura drenante-fonoassorbente il Produttore potrà utilizzare filler di apporto e calce idrata o filler di apporto e microfibre.

Qualora il Produttore utilizzi la prima soluzione (filler di apporto e calce idrata), il tenore di calce idrata da inserire sarà del 2% rispetto al peso della miscela.

Qualora il Produttore utilizzi la seconda soluzione (filler di apporto e microfibre), dovranno essere utilizzate fibre di pura cellulosa compressa in granuli, eventualmente prebitumati, aventi lunghezza media di  $\mu\text{m}$  200/ 300 e densità g/l 400/500. Le fibre dovranno essere inserite nel conglomerato in fase di miscelazione e dosate in ragione dello 0,3% rispetto al peso degli aggregati. La scelta della soluzione da adottare sarà a discrezione della Direzione Lavori sulla base dei risultati ottenuti in fase di validazione della composizione ottimale con riferimento ai valori ottenuti relativi al requisito del drenaggio del legante.

#### **B.7.7.b .2 LEGANTE**

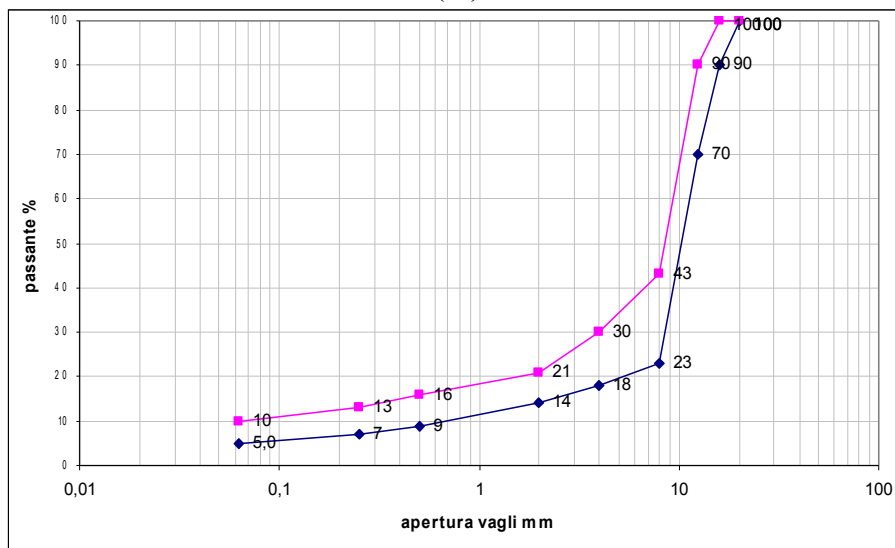
Il bitume modificato dovrà essere a bassa viscosità, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD), e conforme alla Norma UNI EN 14023.

#### **B.7.7.c CARATTERISTICHE DELLA MISCELA**

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato drenante - fonoassorbente dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

# **COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA** **(MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE)**

**APERTURA SETACCI**  
**(mm)**  
**PASSANTE IN MASSA**  
**(%)**



**20**

**100**

**16**

**90 - 100**

**12,5**

**70 - 90**

**8**

**23 - 43**

**4**

**18 - 30**

**2**

**14 - 21**

**0,5**

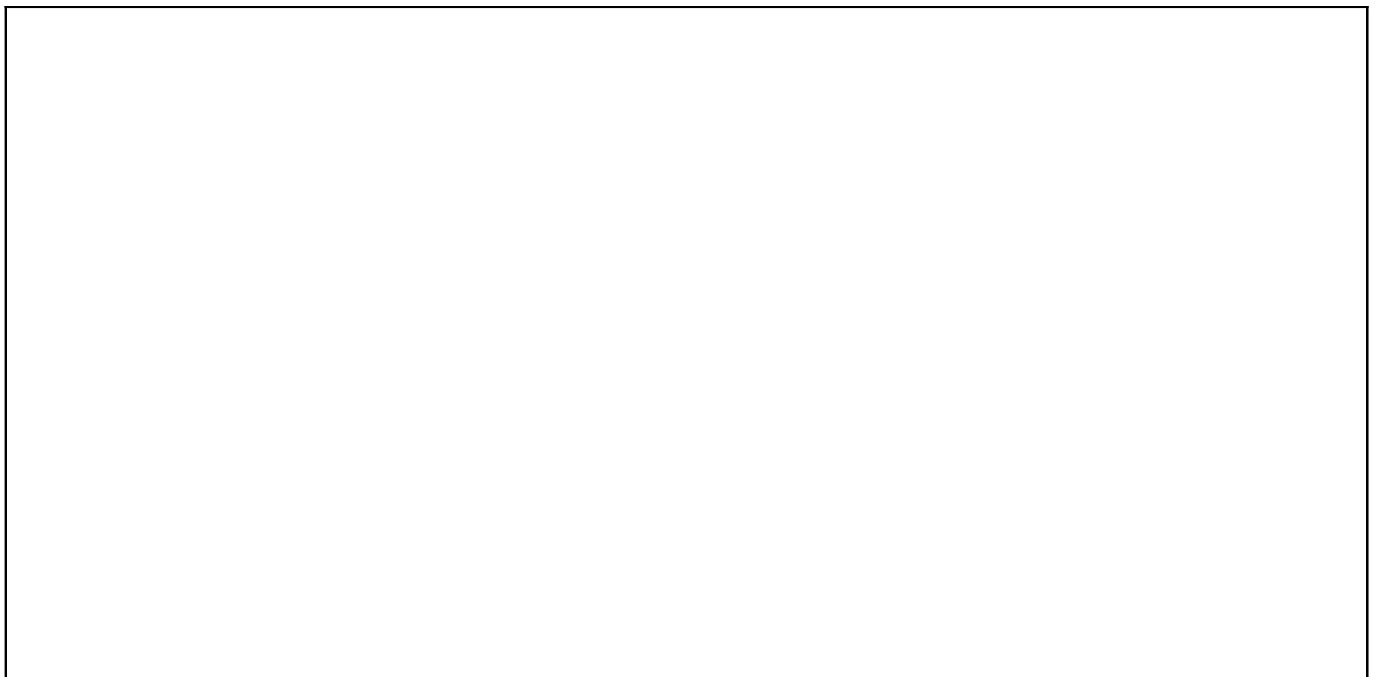
**9 - 16**

**0,25**

**7-13**

**0,063**

**5 - 10**



La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

<b>CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE</b> <b>(MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE)</b>					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-7)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B <sub>min</sub>	%	≥4,6	B <sub>min4,6</sub>

Il Produttore dovrà determinare la quantità ottimale di legante da impiegare in fase di qualifica della miscela.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

<b>TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA</b> <b>(MISCELA PER LO STRATO DI DRENANTE-FONOASSORBENTE)</b>	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	± 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	± 3%
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	± 2%
Legante (riferito alla miscela)	± 0,3%

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di usura drenante e fonoassorbente dovranno essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE</b>					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108-7)
Contenuto massimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6D UNI EN 12697-5A	$V_{\max}$	%	<18	$V_{\max18}$
Contenuto minimo di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-6D UNI EN 12697-5A	$V_{\min}$	%	<14	$V_{\min14}$
Resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm <sup>2</sup>	>0,6	-
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	ITSR	%	>75	$ITSR_{80}$

Perdita di particelle	UNI EN 12697-17	PL	%	<25	PL <sub>30</sub>
Drenaggio del legante	UNI EN 12697-18	D	%	0	D <sub>0</sub>
Permeabilità verticale	UNI EN 12697-19	K <sub>v</sub>	10 <sup>-3</sup> m/s	>2,5	K <sub>v2,5</sub>

Il metodo di preparazione del campione ed il contenuto dei vuoti dovranno essere determinati in conformità alla norma UNI EN 13108-20.

Le condizioni di prova mediante Pressa giratoria sono:

Art. 122	angolo di rotazione: 1,25° +0,02°;
Art. 123	velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
Art. 124	pressione verticale: kPa 600;
Art. 125	diametro del provino: mm 150;
Art. 126	giri: n° 80.

Le condizioni di prova mediante compattatore Marshall:

Art. 127	provini costipati con 50 colpi di maglio per faccia
----------	---

*Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.*

*I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:*

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥150	≤180

#### B.7.7.d CARATTERISTICHE DIMENSIONALI DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di compattazione (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 95

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V <sub>max</sub>	%	< 22
Vuoti residui (minimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V <sub>min</sub>	%	> 14

Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 13108-27.

Le caratteristiche di drenaggio verticale dello strato in opera dovranno essere conformi ai requisiti definiti nella seguente tabella:

DRENAGGIO VERTICALE DELLO STRATO DI USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Capacità di permeabilità in opera	C.M.E. – Cap 54 n°17	-	s	<17

	“prova con permeametro cilindrico secondo la normativa Belga”			
--	---	--	--	--

In alternativa al metodo di misura mediante cilindro Belga, la caratteristica di drenaggio verticale potrà essere determinata in conformità alla norma UNI EN 12697-40, qualora disponibili dati di correlazione.

#### **B.7.7.e CARATTERISTICHE DI ADERENZA SUPERFICIALE DELLO STRATO**

Le caratteristiche di aderenza superficiale dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

<b>CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO</b>			
<b>(USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE)</b>			
<b>TRATTI DI LUNGHEZZA SUPERIORE A m 400</b>			
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>
<b>Macrorugosità superficiale (valore medio su 50 metri di pavimentazione)</b>	minitexture meter	-	>0,5

<b>CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO</b>			
<b>(USURA DRENANTE-FONOASSORBENTE)</b>			
<b>TRATTI DI LUNGHEZZA INFERIORE A m 400</b>			
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>UM</b>	<b>VALORE LIMITE</b>
<b>Resistenza all'attrito radente</b>	UNI EN 13036-4	PTV	> 55
<b>Macrorugosità superficiale (HS)</b>	UNI EN 13036-1	mm	>0,3

#### **8.8 PRESCRIZIONI ULTERIORI**

Poiché i conglomerati bituminosi descritti nelle presenti Prescrizioni tecniche non sono compiutamente caratterizzati con un approccio prestazionale, l'Impresa dovrà attenersi alle prescrizioni di seguito specificate per le fasi di confezionamento della miscela, di consegna e di posa in opera.

#### **8.9 CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA**

Il conglomerato bituminoso sarà confezionato in impianti fissi automatizzati, mantenuti in perfette condizioni di funzionamento ed idonei per assicurare la continua conformità del prodotto alle caratteristiche definite.

L'impianto di produzione dovrà avere la potenzialità produttiva necessaria per garantire la continuità di fornitura durante la stesa, evitando soste od interruzioni di approvvigionamento.

La produzione di ciascun impianto non dovrà comunque essere spinta oltre la sua potenzialità per assicurare il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela e la perfetta vagliatura che assicuri un'ideale riclassificazione delle singole classi degli aggregati lapidei utilizzati.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente verificata e prontamente tarata in caso di necessità; diverse modalità di dosaggio dovranno essere esplicitamente accettate dalla Direzione Lavori.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta (non superiore a 190°C) ed il mantenimento uniforme della viscosità fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume sia dell'additivo.

La zona destinata al deposito degli aggregati lapidei sarà preventivamente e convenientemente confinata per evitare il contatto con elementi estranei (particelle argillose, ristagni di acqua, ecc.) che possono compromettere la pulizia degli aggregati stessi. Inoltre, i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di alimentazione dei predosatori sarà eseguita con la massima cura onde evitare contaminazioni.

Si farà uso del numero minimo di predosatori corrispondenti alle classi di aggregato impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela ed in misura tale da permettere la corretta miscelazione dei materiali costituenti; gli aggregati lapidei dovranno essere completamente rivestiti dal bitume in modo uniforme.

La temperatura degli aggregati, all'atto della miscelazione, dovrà essere compresa tra 160°C e 180°C, e quella del legante non superiore ai 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori, in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, i serbatoi e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

### **8.10 CONSEGNA E POSA IN OPERA DELLA MISCELA**

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 per fondazioni stradali.

La messa in opera del conglomerato bituminoso deve avvenire in un unico strato compattato con rullo gommato e rullo metallico o con due rulli metallici a seconda degli strati.

In alternativa, limitatamente allo strato di base, l'Impresa può procedere alla stesa in doppio strato; i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa, cationica al 55 %, in conformità alle caratteristiche descritte nel paragrafo 2.5.3 delle presenti Prescrizioni tecniche, in ragione di 0,3 kg/m<sup>2</sup> di residuo secco bituminoso.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata mediante macchine vibrofinitrici aventi piastra riscaldante, opportuni dispositivi costipanti quali coltelli battitori ("tamper") o cilindri pressori, sistema vibrante in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi. La velocità di avanzamento della vibrofinitrice, di norma, dovrà essere compresa tra 4 e 5 metri al minuto e comunque non superiore al limite di garanzia per la costipazione dello strato in conformità alle prescrizioni definite.

La posa in opera del conglomerato bituminoso per gli strati superficiali dovrà essere effettuata a mezzo di una o più vibrofinitrici cingolate, a quattro assi o, comunque, appartenenti ai tipi approvati dalla Direzione Lavori.

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

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

L'Impresa dovrà predisporre idonee opere provvisorie per impedire ai mezzi pesanti che devono accedere al cassonetto di deteriorare il bordo verticale del cavo fresato; qualora venisse danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in modo da risultare sfalsati, fra loro, per almeno 20 cm e non coincidenti con le zone di passaggio delle ruote di 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 eccessivi raffreddamenti superficiali e conseguente formazione di grumi. L'Impresa dovrà disporre di un numero sufficiente di mezzi di trasporto atti ad assicurare una regolare e continua alimentazione del cantiere di stesa al fine di evitare arresti della vibrofinitrice che possano avere effetti negativi sulla qualità della stesa e sul regolare costipamento.

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 stesa del conglomerato bituminoso drenante – fonoassorbente dovrà essere effettuata preferibilmente nelle ore della giornata in cui le temperature dell'aria sono più elevate e con temperatura dell'ambiente non inferiore a + 5°C.

La compattazione del conglomerato bituminoso dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. L'Impresa dovrà assicurarsi che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere l'uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La compattazione sarà effettuata mediante l'utilizzo di rulli, combinati e tandem a ruote metalliche vibranti, tutti in numero adeguato (minimo due rulli per ogni vibrofinitrice impiegata) ed aventi idoneo peso, minimo t 10, e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Il conglomerato bituminoso di usura drenante-fonoassorbente dovrà essere compattato con rulli a ruote metalliche del peso fino a t 8-10, senza fare ricorso a sistemi di vibrazione.

### **8.11 CONTROLLI PERIODICI SULLA PAVIMENTAZIONE**

Il Direttore dei Lavori oppure il Collaudatore in corso d'opera, secondo le rispettive competenze, controllerà che le opere vengano eseguite nel rispetto di quanto previsto dal presente capitolato.

Durante la produzione del conglomerato bituminoso ed in fase di esecuzione dei lavori saranno effettuate sistematiche ispezioni e prove sui materiali impiegati, su campioni di forniture e sul conglomerato bituminoso sciolto e costipato, intese a controllarne la rispondenza alla miscela ottimale validata ed alle caratteristiche richieste.

I controlli inerenti alle caratteristiche per l'accettazione dei materiali saranno effettuati prima dell'inizio dei lavori e/o in corso d'opera. I risultati delle ispezioni, delle prove e della documentazione mediante certificati o rapporti di prova dovranno essere riportate su registro tenuto dal Direttore dei Lavori. L'Impresa dovrà assicurare che i requisiti dei materiali costituenti, delle miscele e delle opere eseguite siano rigorosamente rispettati. La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Società, secondo le modalità descritte nei Piani dei controlli

minimi di seguito specificati. La Direzione Lavori ha la facoltà di effettuare ulteriori accertamenti sui requisiti dei materiali e delle lavorazioni. Le modalità di esecuzione dei controlli periodici da effettuare sui materiali costituenti sono riportati nella tabella seguente:

<b>CONTROLLI PERIODICI SUI MATERIALI COSTITUENTI</b>			
<b>MATERIALE</b>	<b>UBICAZIONE PRELIEVO</b>	<b>REQUISITI DA CONTROLLARE</b>	<b>FREQUENZA</b>
<b>Aggregato lapideo</b>	Impianto di produzione	7. Composizione granulometrica 8. Resistenza al gelo/disgelo 9. Percentuale superfici frantumate 10. Coefficiente di appiattimento 11. Assorbimento d'acqua	A richiesta della Direzione Lavori o in caso di prolungate interruzioni nella fornitura di aggregati
<b>Legante bituminoso</b>	Cisterna di stoccaggio	12. Penetrazione 13. Punto di rammollimento 14. Ritorno elastico 15. Viscosità 16. Punto di rottura (RTFOT) 17. Penetrazione e Punto di rammollimento (dopo tuben test)	settimanale

Il prelievo dei campioni dovrà essere conforme alle specifiche norme di applicazione (aggregati UN EN 932-1; legante UNI EN 58).

La verifica di accettazione sulla miscela sarà effettuata per accertare che i requisiti della composizione ottimale validata ed accettata dalla Direzione Lavori, vengano rigorosamente rispettati mediante l'esecuzione di controlli periodici a frequenze stabilite e distinte in base al metodo prescelto per la caratterizzazione della miscela.

Tali valori dovranno essere verificati mediante prove sul conglomerato bituminoso prelevato all'impianto o al cantiere di stesa; la campionatura dovrà essere effettuata in conformità alla norma UNI EN 12697-27 ed i metodi di preparazione dei campioni dovranno essere conformi alla norma UNI EN 13108-20.

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici, da effettuare per la verifica di conformità ai requisiti definiti per le caratteristiche di ogni miscela, sono riportati nelle tabelle seguenti:

<b>CONTROLLI PERIODICI SULLA MISCELA (Metodo Marshall)</b>		
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>FREQUENZA</b>
<b>Composizione granulometrica</b>	UNI EN 933-1; UNI EN 12697-2	Giornaliera o: 1. ogni t 600 (base) 2. ogni t 500 (binder) 3. ogni t 200 (usure)
<b>Contenuto di legante</b>	UNI EN 12697-1 e 39	
<b>Minima stabilità</b>	UNI EN 12697-34	
<b>Scorrimento</b>	UNI EN 12697-34	
<b>Quoziente</b>	UNI EN 12697-34	
<b>Contenuto di vuoti residui</b>	UNI EN 12697-8	

<b>CONTROLLI PERIODICI SULLA MISCELA (Metodo Volumetrico)</b>		
<b>REQUISITO</b>	<b>METODO DI PROVA</b>	<b>FREQUENZA</b>
<b>Composizione granulometrica</b>	UNI EN 933-1; UNI EN 12697-2	Giornaliera o: 4. ogni t 600 (base) 5. ogni t 500 (binder) 6. ogni t 200 (usure)
<b>Contenuto di legante</b>	UNI EN 12697-1 e 39	
<b>Vuoti a 180 rotazioni</b>	UNI EN 12697-5, 6, 8	
<b>Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C</b>	UNI EN 12697-23	
<b>Modulo di rigidità</b>	UNI EN 12697-26	

<b>CONTROLLI PERIODICI SULLA MISCELA (Requisiti prestazionali)</b>
--

REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	Ogni t 2 000
Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22	

La verifica degli spessori dello strato e delle caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno effettuati mediante carotaggio della pavimentazione eseguita. Il controllo sull'addensamento della miscela dovrà essere fatto mediante la determinazione del grado di compattazione o, in alternativa, mediante il calcolo dei vuoti residui secondo le modalità e frequenze riportate nelle seguenti tabelle:

CONTROLLI PERIODICI SULL'ADDENSAMENTO (Grado di compattazione per confronto delle densità)		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	Ogni m² 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso)
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in laboratorio (massimo addensamento teorico) e la densità della miscela compattata in opera riferita allo stesso lotto/giorno di produzione.		

CONTROLLI PERIODICI SULL'ADDENSAMENTO (Vuoti residui del campione prelevato in opera)		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	Ogni m² 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso)
Vuoti residui (media dei campioni)	UNI EN 12697-8	
Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27		

Lo spessore dello strato, definito dal Progettista, sarà verificato secondo le frequenze riportate nella tabella seguente:

CONTROLLO PERIODICO SULLO SPESSORE				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE	FREQUENZA
Spessore dello strato	UNI EN 12697-29	mm	Secondo progetto	Ogni m <sup>2</sup> 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso)

Il controllo delle caratteristiche superficiali dello strato dovrà essere effettuato secondo le modalità riportate nella seguente tabella:

CONTROLLI PERIODICI SULLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	a campione - in caso di anomalia
Resistenza di attrito radente (PTV)	UNI EN 13036-4	Secondo prescrizioni della D.L.
Permeabilità verticale	Normativa Belga o UNI EN 12697-40	Ogni m <sup>2</sup> 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso) IN CORRISPONDENZA DI OGNI CAROTA

In corso d'opera ed in ogni fase delle singole 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.

## 8.12 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI: CONTROLLO

### 8.12 .a CONTROLLI

Per ottenere l'autorizzazione all'impiego dei materiali componenti che dei conglomerati confezionati per la realizzazione delle opere oggetto del presente Capitolato l'Appaltatore dovrà esibire, prima dell'inizio dei lavori, quei certificati di qualità od altri certificati di laboratorio che verranno richiesti dal Direttore dei Lavori, a dimostrazione



della rispondenza delle caratteristiche dei materiali stessi ai rispettivi requisiti di accettazione.

Il Direttore dei lavori potrà comunque, in aggiunta o in sostituzione di detti certificati, richiedere l'esecuzione di prove ed analisi di controllo preliminare, con particolare riguardo alla variazione della stabilità Marshall in funzione della variazione del volume percentuale dei vuoti residui conseguente all'impiego di differenti energie di costipamento (25, 50, 75 colpi per faccia).

Durante il corso dei lavori, la Direzione Lavori potrà effettuare inoltre, con la frequenza che riterrà opportuna, i seguenti controlli di accettazione dei materiali impiegati.

#### **1. Controllo della composizione dei conglomerati.**

Su campioni di conglomerato prelevati all'atto della posa in opera e prima del costipamento, verranno controllate le seguenti caratteristiche:

1. contenuto % di bitume (UNI EN 12697-1/39 estrazione "quantitativa");
2. caratteristiche chimico-fisiche del bitume
3. granulometria e coefficiente di frantumazione degli aggregati;
4. natura e percentuali litologiche dell'aggregato grosso;
5. stabilità, scorrimento e rigidità, risultanti dalla prova Marshall eseguita a 60 C° su provini costipati con 75 colpi di pestello per faccia, nonché volume % dei vuoti residui dei provini Marshall per il metodo Marshall o trazione indiretta e vuoti della pressa giratoria per il metodo volumetrico.

#### **1. Controllo della posa in opera dei conglomerati.**

A distanza di circa 10 giorni dalla posa in opera dei conglomerati, potranno essere effettuati prelievi di campioni della pavimentazione eseguita per il controllo delle seguenti caratteristiche:

6. contenuto % di bitume (come al punto 1);
7. caratteristiche chimico-fisiche del bitume (come al punto 1);
8. granulometria degli aggregati;
9. natura e percentuali litologiche dell'aggregato grosso;
10. volume % dei vuoti residui in opera, avendo cura di estrarre un campione costituito da 2 carote da 150 mm su cui eseguire sulla prima il peso di volume e sulla seconda l'estrazione del bitume e la massa volumica della miscela di aggregati.

#### **1. Controllo dell'aderenza superficiale.**

Entro 10 giorni dalla ultimazione degli strati soggetti direttamente al traffico, potranno essere eseguiti i controlli della regolarità superficiale, sia in direzione longitudinale che trasversale, mediante la prova col regolo di 4 m., nonché i controlli della resistenza allo scivolamento mediante la prova col pendolo (UNI EN 13036 - 4).

I valori di zona PTV, costituiti dalla media dei valori misurati in 5 punti scelti sulla medesima traiettoria parallela all'asse stradale alla distanza di 10 m. l'uno dall'altro, dovranno risultare ovunque superiori a 55.

Tali valori, inoltre, non dovranno differire, dopo circa 2 mesi di assoggettamento al traffico, più di 2 punti da quelli ottenuti nelle medesime rispettive zone della pavimentazione appena ultimata.

Inoltre la macrorugosità superficiale, misurata con il metodo della altezza di sabbia HS (CNR BU n.94 del 15.10.83), dovrà essere  $\geq 0.3$  nel periodo di tempo compreso fra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

### **C - TRATTAMENTI SUPERFICIALI**

Sotto questo nome viene indicata una serie di tecniche diverse da quelle viste in precedenza sia per il tipo di bitume impiegato, sia per il numero di volte che il legante che gli inerti vengono stesi sulla pavimentazione. E' un tipo di intervento poco durevole (5-6 anni come evidenziato nel piano di manutenzione) se i supporti sono deformabili, in quanto gli inerti nuovi vengono fatti penetrare dentro il vecchio manto dal traffico locale. Nei casi di supporti più rigidi, detti trattamenti possono essere usati anche su strade a grande traffico con buoni risultati per il ripristino delle caratteristiche di aderenza e per impermeabilizzare manti lievemente fessurati. Si preferiscono in questo caso i doppi strati a doppia granigliatura con leganti bituminosi modificati con elastomeri o con resine epossidiche per interventi più costosi su ponti e viadotti. Questi ultimi sono anche molto vantaggiosi per le loro qualità fonoassorbenti e vengono utilizzati anche, in zone che richiedono contenimenti del rumore del traffico. Le graniglie da utilizzare devono avere caratteristiche di resistenza all'urto ed alla levigatura molto elevate, è possibile usare materiali pregiati perché il consumo per unità di superficie sia molto basso. Eseguita tale lavorazione occorre aprire al traffico con limitazione di velocità (40 – 50 km./h) il tratto, per permettere l'eliminazione degli aggregati non perfettamente levigati e/o per migliorarne l'incastro. In caso di pioggia l'apertura della strada verrà rinviata alla cessazione delle precipitazioni dopo accurata pulizia del piano viabile. Tali informazioni verranno riportate nel piano operativo della sicurezza in quanto tale lavorazione verrà eseguita a strade completamente chiuse al traffico onde evitare problemi di stabilità dei veicoli.

L'Impresa prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima o seconda mano, dovrà delimitare i bordi della carreggiata da trattare con un arginello in sabbia al fine di ottenere margini ben profilati.

Rimane a carico dell'Impresa l'ulteriore profilatura mediante asportazione col piccone delle materie esuberanti e colmatura delle parti mancanti con pietrischetto bitumato **(ONERI A CARICO DELL'IMPRESA COMPRESO NEL PREZZO D'ELENCO).**

**C.1) TRATTAMENTI SUPERFICIALI IN MONO E DOPPIO STRATO CON EMULSIONE PRODOTTA DA BITUMI MODIFICATI.****c.1.a) Materiale inerte.**

Gli aggregati lapidei utilizzati per tali trattamenti saranno costituiti da pietrischetti e graniglia definiti dall'art. 1 fascicolo 4/1953 delle norme C.N.R., rispondenti alla seguente caratteristica:

- coefficiente di frantumazione max 120 Kg/cmq.

Da prescrizione della D.L. e secondo quanto citato nelle specifiche voci di elenco prezzi saranno usati inerti di natura eruttiva-magmatica quali basalti, dioriti, porfidi quarziferi, graniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

1. perdita in peso alla prova Los Angeles (C.N.R.-B.U. n.34/1973) eseguita sulle singole pezzature di natura calcarea, inferiore al 22%;

- 2.

**LA GRANIGLIA DI NATURA ERUTTIVA DOVRÀ ESSERE CARATTERIZZATA DA UN COEFFICIENTE ALL'ABRASIONE INFERIORE A 18%, DOVRÀ AVERE UN EQUIVALENTE IN SABBIA SUPERIORE A 65 ED AVERE UN COEFFICIENTE DI FRANTUMAZIONE INFERIORE A 100.**

- dovrà essere totalmente ottenuto da frantumazione, di forma poliedrica e ben pulito.

Le granulometrie degli inerti, a seconda si tratti di trattamenti mono o doppio strato, o si richieda una accentuazione della rugosità e comunque secondo quanto prescritto dalla D.L. dovranno essere di norma:

- continua, impiegando due classi contigue di inerti quali 8/12 e 4/8 oppure 4/8 e 3/6;
- discontinua, impiegando ad esempio due classi del tipo 8/12 e 3/6.

Inoltre, gli inerti di norma, dovranno rientrare entro i fusi granulometrici e le quantità di seguito riportate:

	PIETRISCHETTI 12-18 mm. 8-12 mm.		GRANIGLIE 4-8 mm. 3-6 mm.	
Setacci ASTM	passante al setaccio % in peso			
3/4"	100	100		
1/2"	40-80	97-100		
3/8"	2-15	78-94	100	
1/4"	0-4	12-34	88-100	100
N. 4	0	0-8	26-55	92-100
1/8"		0	0-11	60-82
N. 10			0	2-15
lt/mq prima mano	10/11	8/9	5/6	
lt/mq seconda mano			6/7	5/6

**c.1.b) Legante.**

Sarà costituito da emulsione bituminosa cationica prodotta da bitumi modificati con polimeri SBS aventi le seguenti caratteristiche:

	<b>CARATTERISTICHE</b>	<b>METODI DI PROVA</b>		
<b>a)</b>	<b>contenuto d'acqua</b>	<b>C.N.R.</b>	<b>101/84</b>	<b>30%</b>
<b>b)</b>	<b>contenuto di legante (bitume + flussante + elastomero SBS)</b>			70%
<b>c)</b>	<b>contenuto di bitume e elastomero SBS (residuo della distillazione)</b>	C.N.R.	100/84	min 67%
<b>d)</b>	<b>contenuto di flussante</b>	C.N.R.	100/84	max 3%
<b>e)</b>	<b>demulsività</b>	ASTM D	244-72	60-100%
<b>f)</b>	<b>omogeneità (trattenuto al setaccio da mm.0,85)</b>	C.N.R.	103/84	max 0,2%
<b>g)</b>	<b>sedimentazione a gg.5</b>	C.N.R.	124/88	max 5%
<b>h)</b>	<b>viscosità Engler a 20°C</b>	C.N.R.	102/84	oltre 20°E
<b>i)</b>	<b>carica particellare</b>	C.N.R.	99/84	positiva

<b>CARATTERISTICHE DEL BITUME MODIFICATO ESTRATTO</b>				
	<b>CARATTERISTICHE</b>	<b>METODI DI PROVA</b>		
<b>l)</b>	<b>Penetrazione a 25°C 100g. x 5s.</b>	C.N.R.	24/71	dmm. 55-65
<b>m)</b>	<b>punto di rammollimento (P.A.)</b>	C.N.R.	35/73	65-75°C
<b>n)</b>	<b>Viscosità dinamica a 60°C</b>	S.N.	671722a	Pa*s 600-1000

o)	punto di rottura Fraass	C.N.R.	43/72	$\leq -15^{\circ}\text{C}$
p)	ritorno elastico a $25^{\circ}\text{C}$ (1)			$\geq 80\%$
q)	ritorno elastico a $10^{\circ}\text{C}$ (1)			$\geq 70\%$
r)	Stabilità alla max temperatura di stoccaggio (2)			$\leq 2^{\circ}\text{C}$

(1) vedi (nota 1) del “Bitume modificato”.

(2) vedi (nota 2) del “Bitume modificato”.

Resta il fatto che il contenuto di legante (tenore di bitume dell'emulsione costituito da bitume + flussante + elastomero SBS) non potrà mai essere inferiore al 70%.

#### c.1.c) Posa in opera .

I trattamenti verranno eseguiti sulle pavimentazioni già precedentemente congruagliate da buche o avvallamenti, e perfettamente pulita da polvere, terra, detriti, ecc., e consisterà in:

- preventivo spargimento di emulsione bituminosa cationica prodotta da bitumi modificati con polimeri SBS, data uniformemente con apposita autocisterna spanditrice avente impianto di riscaldamento autonomo e dotata di barra di spruzzatura automatica a larghezza regolabile e delle strumentazioni di controllo della quantità. Il legante sarà steso in ragione variabile alla temperatura di  $60-80^{\circ}\text{C}$ ;

- immediata stesa della graniglia data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia (distanza media dalla spruzzatrice ml.10);

- eventuale esecuzione di altro sovrastante strato, con stesa di legante e graniglia di granulometria inferiore;

- rullatura finale, con rullo da t.6-7; *(Allo spargimento della graniglia seguirà una leggera rullatura da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere una buona penetrazione della graniglia negli interstizi della massicciata).*

#### 1. rifiniture con la successiva eliminazione di eventuali eccessi di graniglia con motospazzatrice (a carico della ditta Appaltatrice).

1. Si dà la possibilità alla ditta appaltatrice, in accordo con la D.L., di sostituire il legante previsto sopra (emulsione bituminosa cationica) con bitume del tipo modificato con polimeri. Tale legante dovrà avere i requisiti di cui al precedente paragrafo “Bitumi modificati”, previsti sopra per i conglomerati bituminosi. Tale possibilità appena citata, se autorizzata dalla D.L. incaricata, fa sì che la ditta Appaltatrice non possa chiedere ulteriori compensi oltre a quelli previsti nell'unito Elenco Prezzi Unitari, tenendo presente che comunque, il bitume modificato dovrà essere messo in opera secondo le regole della buona arte alle temperature adeguate.

2. Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere da parte della Direzione dei Lavori sulla fornitura delle emulsioni (e/o bitumi modificati) e delle graniglie, 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 della pioggia abbiano dato segni di rammollimento, di stemperamento o si siano dimostrate soggette a facile asportazione mettendo a nudo la sottostante massicciata e/o fondazione stradale e/o pavimentazione stradale.

#### c.1.d) Trattamento superficiale mono-strato.

Il trattamento superficiale “mono-strato” è finalizzato al miglioramento delle caratteristiche superficiali delle pavimentazioni che presentano ammaloramenti quali levigatura, ragnatura, ecc.

Il legante sarà steso in ragione variabile fra 1,10 e 1,50 Kg/mq.; la graniglia generalmente di natura basaltica e pezzatura mm.3-6 stesa uniformemente in ragione di 5-7 lt/mq. o secondo necessità.

#### c.1.e) Trattamento superficiale a doppio strato.

##### 1° Strato:

- stesa del legante in ragione variabile fra 1,00 e 1,50 Kg/mq.;

- stesa di pietrischetto di natura calcarea mm.8/12 o 5/10 (secondo delle indicazioni della D.L.) in ragione di 8-9 lt./mq. o secondo necessità.

##### 2° Strato:

- seconda stesa di legante in ragione variabile fra 1,00 e 1,50 Kg/mq.

- IMMEDIATA STESA DI GRANIGLIA DI NATURA MAGMATICA – ERUTTIVA MM. 4-8 O MM.3-6 (MEGLIO) IN RAGIONE VARIABILE DI 5-7 LT/MQ. O SECONDO NECESSITÀ.

Il dosaggio totale del bitume non deve superare i 2,5 kg./mq. ed il dosaggio del primo strato deve essere più elevato di quello del secondo strato (ad esempio: 1,5 kg./mq. per il primo strato e 1,0 kg./mq. per il secondo strato).

#### c.1.f) Trattamento superficiale a triplo strato.

##### 1° Strato:

- stesa del legante in ragione variabile fra 1,50 e 2,00 Kg/mq.;

- stesa di pietrischetto di natura calcarea mm.8/12 o 5/10 (secondo delle indicazioni della D.L.) in ragione di 10-12 lt./mq. o secondo necessità;

##### 2° Strato:

- seconda stesa di legante in ragione variabile fra 1,50 e 2,00 Kg/mq.

**1. IMMEDIATA STESA DI GRANIGLIA DI NATURA MAGMATICA – ERUTTIVA MM.4-8 O MM.3-6 O MM. 2/5 IN RAGIONE VARIABILE DI 5-7 LT/MQ. O SECONDO NECESSITÀ;**

3° Strato:

- seconda stesa di legante in ragione variabile fra 1,30 e 1,50 Kg/mq.

**- IMMEDIATA STESA DI GRANIGLIA DI NATURA MAGMATICA – ERUTTIVA MM. 4-8 O MM. 3-6 (MEGLIO) IN RAGIONE VARIABILE DI 5-7 LT/MQ. O SECONDO NECESSITÀ;**

Il dosaggio totale del bitume non deve superare i 5,00 kg./mq. ed il dosaggio del primo strato deve essere più elevato di quello del secondo strato, ed il dosaggio del secondo strato deve essere maggiore del terzo strato (ad esempio: 2,00 kg./mq. per il primo strato, 1,50 kg./mq. per il secondo strato e 1,30 kg./mq. per il terzo strato).

### **C.1.g CONTROLLI**

Per ottenere l'autorizzazione all'impiego dei materiali componenti che dei conglomerati confezionati per la realizzazione delle opere oggetto del presente articolo di Capitolato l'Appaltatore dovrà esibire, prima dell'inizio dei lavori, quei certificati di qualità od altri certificati di laboratorio che verranno richiesti dal Direttore dei Lavori, a dimostrazione della rispondenza delle caratteristiche dei materiali stessi ai rispettivi requisiti di accettazione.

Il Direttore dei lavori potrà comunque, in aggiunta o in sostituzione di detti certificati, richiedere l'esecuzione di prove ed analisi di controllo preliminare, con particolare riguardo alle caratteristiche litologiche degli aggregati e sul tenore di bitume delle emulsioni utilizzate. Durante il corso dei lavori, la Direzione Lavori potrà effettuare inoltre, con la frequenza che riterrà opportuna, i controlli di accettazione dei materiali impiegati.

## **SCARIFICAZIONI E FRESATURE DI PAVIMENTAZIONI**

Il disfacimento delle pavimentazioni stradali deve effettuarsi con tutte le più attente precauzioni in modo da interessare la minore superficie possibile e da non danneggiare l'eventuale pavimentazione circostante.

### **A) 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.

### **B) 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.

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

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

Il materiale utilizzabile sarà raccolto in cumuli, su aree di deposito procurato a cura e spese dell'Impresa per essere eventualmente reimpiegato nei ripristini, dopo accurata selezione e previo benessere della D.L.

## **ART. 55**

### **MANUFATTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO\_O LAMIERA ZINCATA**

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

##### **A.1) Prescrizioni relative alla fornitura.**

##### **Definizioni.**

Le norme seguenti si riferiscono ai manufatti e dispositivi diversi prefabbricati in conglomerato cementizio semplice, armato e unito a parti di ghisa, che non siano oggetto di una specifica regolamentazione.

In presenza di apposite disposizioni di Legge o Regolamento, le norme seguenti debbono intendersi integrative e non sostitutive.

**Prescrizioni costruttive.**

Non vengono dettate prescrizioni particolari per quanto attiene al tipo degli inerti, alla qualità ed alle dosi di cemento adoperato, al rapporto acqua-cemento, alle modalità di impasto e di getto.

Il fabbricante prenderà di sua iniziativa le misure atte a garantire che il prodotto risponda alle prescrizioni di qualità più avanti indicate.

All'accertamento di tale rispondenza si dovrà procedere prima dell'inizio della fabbricazione dei manufatti e tutte le volte che nel corso della stessa vengano modificate le caratteristiche degli impasti.

Nei prefabbricati in conglomerato cementizio armato, i ferri devono essere coperti da almeno mm.15 di calcestruzzo.

I prefabbricati, anche quelli a parti in ghisa, non possono essere trasportati prima di aver raggiunto un sufficiente indurimento.

**Prescrizioni di qualità.**

Il conglomerato cementizio impiegato nella confezione dei prefabbricati dovrà presentare, dopo una maturazione di 28 giorni, una resistenza caratteristica pari a:

30 N/mm<sup>2</sup> per i manufatti da porre in opera all'esterno delle carreggiate stradali;

40 N/mm<sup>2</sup> per i manufatti sollecitati da carichi stradali (parti in conglomerato di chiusini di camerette, anelli dei torrini di accesso, pezzi di copertura dei pozzetti per la raccolta delle acque stradali, ecc.)

Gli elementi prefabbricati debbono essere impermeabili all'acqua nel senso e nei limiti precisati in seguito.

Gli elementi prefabbricati non devono presentare alcun danneggiamento che ne diminuisca la possibilità di impiego, la resistenza o la durata.

**A.2) Prove.****Prove di resistenza meccanica.**

La prova di resistenza alla compressione dovrà essere eseguita secondo le prescrizioni del D.M. 30/05/1972, su provini formati contemporaneamente alla fabbricazione dei pezzi di serie.

In casi particolari potranno tuttavia essere usati anche cubetti ricavati dai prefabbricati o da loro frammenti.

**Prova di impermeabilità (a pressioni inferiori a 0,1 atm.).****Prova su elementi interi.**

Dovrà essere eseguita su tre pezzi da collocare diritti e riempiti d'acqua.

Se i pezzi non hanno fondo, si dovrà curare l'impermeabilità del piano di appoggio e la sua sigillatura con il campione in esame. Si deve operare ad una temperatura compresa tra i 10 e i 20°C, assicurando una sufficiente protezione dalle radiazioni solari e dalle correnti d'aria intermittenti.

I pezzi da provare vengono riempiti d'acqua fino a mm.10 sotto il bordo superiore; a questo livello è convenzionalmente attribuito il valore zero. Coperti i campioni, si misura dopo tre ore l'abbassamento del livello, aggiungendo nuova acqua fino all'altezza precedente (livello zero).

Analogamente si procede dopo altre 8, 24, e 48 ore; l'ultima lettura è effettuata 72 ore dopo il primo rabbocco.

I pezzi sottoposti alla prova sono considerati impermeabili se la media degli abbassamenti del livello liquido nei tre campioni, misurati nell'intervallo dall'ottava alla ventiquattresima ora dal primo rabbocco, si mantiene inferiore a mm.40 per ogni metro di altezza di riempimento.

I singoli valori di abbassamento non possono tuttavia scostarsi dalla media in misura superiore al 30%.

Qualora i valori degli abbassamenti nell'intervallo dall'ottava alla ventiquattresima ora non rientrino nei suddetti limiti, ai fini dell'accettazione della fornitura, la media e gli scarti degli abbassamenti assumeranno valore determinante nell'intervallo tra la quarantottesima e settantaduesima ora dal 1° rabbocco.

La comparsa di macchie o singole gocce sulla superficie esterna dei campioni non potrà essere oggetto di contestazione, sempreché l'abbassamento dello specchio liquido si mantenga entro i limiti di accettabilità.

**B) POZZETTI DI SCARICO DELLE ACQUE STRADALI****B.1) Caratteristiche costruttive.**

I pozzetti per lo scarico delle acque stradali saranno costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato, con caditoia in ghisa o calcestruzzo. A seconda delle indicazioni di progetto, potranno essere prescritti e realizzati mediante associazione dei pezzi idonei, pozzetti con o senza sifone ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. Le dimensioni saranno quelle prescritte dagli elaborati esecutivi o prescrizioni impartite dalla D.L.

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, ed i coperchi, per quelli da marciapiede.

Ogni elemento dovrà portare, ricavato nella fusione, e secondo le prescrizioni particolari della Direzione dei Lavori, la indicazione della Stazione Appaltante.

Le griglie potranno essere prescritte con sbarre longitudinali o trasversali e delle forme e tipi prescritte dalla D.L..

Nel primo caso, le fessure dovranno avere la larghezza non maggiore di mm.32, nel secondo larghezza compresa tra 32 e 40 mm. Le superfici di contatto tra griglia e telaio dovranno essere piene, sagomate in modo che la griglia appoggi con perfetta aderenza, si trovi a perfetto filo e non abbia gioco alcuno con il telaio.

### **B.2) Carico di prova - classi - portate.**

Normalmente, salvo casi particolari, a giudizio della Direzione dei Lavori, i pezzi di copertura dovranno essere garantiti, secondogli impieghi sotto elencati, al carico di prova da riportare, stampigliato in fusione, su ciascun elemento, in accordo con quanto previsto dalle norme UNI-EN 124. In dipendenza del luogo di utilizzo per le classi e le portate si rimanda al precedente art. "Qualità e provenienza dei materiali".

### **B.3) Posa in opera.**

I pozzetti stradali saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo a 2,5 q.li di cemento tipo 325 per mc. di impasto; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati dovranno essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare perfettamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente. Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole portasecchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poichè lo scarico del manufatto è formato a manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a biccchiere, tra il biccchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

### **B.4) Allacciamenti ai condotti di fognatura.**

Di norma, salvo diversa disposizione della Direzione dei Lavori, gli allacciamenti dei pozzetti stradali ai condotti di fognatura saranno realizzati mediante tubi di P.V.C. del diametro nominale di 150÷200 mm. Nella esecuzione dei condotti di allacciamento dovranno essere evitati gomiti, bruschi risvolti e cambiamenti di sezione; all'occorrenza dovranno adottarsi pezzi speciali di raccordo e riduzione.

## **C) COLLETTORI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO NORMALE VIBRATO**

### **c.1) Norme generali.**

La costruzione di manufatti in calcestruzzo vibrato, anche armato normale o precompresso, fabbricati in serie, previsti in progetto e che assolvono alle funzioni idrauliche e caratteristiche indicate nel presente progetto, è soggetta, in linea generale, alla preventiva comunicazione alla D.L. al quale l'Appaltatore con apposita relazione dovrà:

a) descrivere ciascun tipo di struttura, indicando le possibili applicazioni e fornire i calcoli relativi, con particolare riguardo a quelli riferenti a tutto il comportamento sotto carico fino a fessurazione e rottura come già avanti specificato;

b) precisare le caratteristiche dei materiali impiegati sulla scorta di prove eseguite presso laboratori ufficiali;

c) indicare, in modo particolareggiato, i metodi costruttivi ed i procedimenti per l'esecuzione delle strutture prefabbricate e quindi in particolare per i collettori circolari ed ovoidali, per i pozzetti di ispezione e le caditoie;

d) indicare i risultati delle prove eseguite presso uno dei laboratori ufficiali prescritti nelle norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato e precompresso.

Tutti gli elementi prefabbricati dovranno essere chiaramente e durevolmente contrassegnati, onde si possa individuarne la serie di origine. L'Appaltatore è tenuto a fornire tutte le prescrizioni relative alle operazioni di trasporto e di montaggio dei manufatti dallo stesso approvvigionati presso una determinata ditta produttrice. La responsabilità della rispondenza dei prodotti rimane comunque a carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà controllare e seguire la costruzione degli elementi prefabbricati direttamente presso gli impianti di prefabbricazione.

Gli spostamenti dei prodotti prefabbricati dovranno essere di preferenza eseguiti con sistemi meccanici e con tutti gli accorgimenti affinché siano indotte, specialmente nei prodotti di recente fabbricazione, le minori possibili sollecitazioni secondarie. Le installazioni generali del cantiere di prefabbricazione dovranno essere dotate, tra l'altro, anche di un laboratorio attrezzato per tutte le prove di controllo riguardanti la granulometria degli inerti, la lavorabilità e la resistenza dei calcestruzzi, nonché i mezzi e le installazioni per le prove di collaudo dei prodotti prefabbricati.

Gli impianti, le attrezzature ed i macchinari di tale laboratorio dovranno essere messi gratuitamente a disposizione dell'Appaltatore per l'eventuale effettuazione di prove e per l'accettazione dei materiali e dei prefabbricati, oltre a quelle previste dal presente articolo.

### **c.2) Riferimento a norme e regolamenti.**

L'Impresa sulla base dei luoghi di utilizzo, dei carichi e sovraccarichi ammissibili, della modalità di funzionamento e messa in opera dei collettori, dovrà adeguatamente esaminare e trovare soluzione documentata a quanto di seguito indicato:

- a) interazione tra tubi e fluido trasportato;
- b) interazione tra tubazione e terreni di posa;
- c) studio idraulico;
- d) verifiche di sicurezza per gli effetti delle azioni statiche e dinamiche.

In particolare per quanto riguarda i tubi in cemento armato, in cemento armato precompresso, od in lamiera zincata si farà riferimento alle "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M.14/01/2008 nonché del D.M. 12/12/1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni" in quanto applicabili.

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

Su richiesta della D.L. o quando le norme lo prevedano le tubazioni dovranno rispondere alle norme tecniche di cui all'art.2 della Legge 10/05/1976, n.319 per la tutela delle acque dall'inquinamento e successive integrazioni e allegati.

### **c.3) Modalità di posa.**

I collettori in calcestruzzo saranno posti in opera con le seguenti modalità:

- a) livellazione dello scavo secondo la pendenza stabilita in progetto;
- b) getto del sottofondo in calcestruzzo magro dello spessore di cm.10-20 come indicato nei disegni esecutivi delle tubazioni;
- c) messa in opera dei collettori, pezzi speciali ed apparecchi, caditoie prefabbricate, ecc. che devono essere discesi con cura nelle trincee e nei cunicoli, dove debbono essere posati, evitando urti, cadute, ecc. I singoli elementi saranno calati il più possibile vicino al posto che dovranno avere in opera, evitando spostamenti notevoli entro il cavo;
- d) accostamento dei singoli elementi dei collettori e perfetto incastro del giunto;
- e) getto del rinfilanco se ed in quanto necessario, in relazione anche alla eventuale armatura in ferro in cui il collettore è stato prefabbricato e per l'altezza che sarà prescritta in base ai carichi stradali a norma del D.M. 14/01/2008;
- f) incastro con getto incorporato nella cameretta di ispezione.

Il getto del sottofondo va attuato con ogni cura e con costipamento a mano e meccanico.

Per gli elementi costituenti i pozzetti di ispezione, la posa va effettuata con ogni cura secondo le indicazioni delle tavole allegate al progetto.

Nel reinterro dovranno usarsi tutte le necessarie precauzioni ed avvenire per strati dello spessore massimo di cm.30.

Ogni strato dovrà essere battuto con mazzaranghe o vibrator meccanici (piastra vibrante) e inumidito, del caso, per ottenere un ottimo e rapido costipamento. In ogni caso, per almeno i primi 20 cm., il reinterro dovrà essere eseguito con sabbia.

Ovunque non sia di intralcio al traffico e salvo l'ordine da parte della D.L. della pavimentazione provvisoria, il refluento va eseguito con la colma necessaria.

Il trasporto ai luoghi di impiego degli elementi prefabbricati avrà luogo con i mezzi e le modalità che l'Impresa riterrà più idonei e convenienti, ma sempre in modo tale da evitare ogni e qualsiasi danneggiamento del materiale, restando a questo riguardo nella piena ed insindacabile facoltà dell'Appaltatore, la facoltà di rifiutare il collocamento in opera del materiale degradato.

La posa in opera avverrà in conformità dei tracciati esecutivi di progetto e dei profili in esso fissati.

La D.L. si riserva di apportare in corso d'opera quelle modifiche di dettaglio ritenute opportune ed in particolare di prevedere in casi particolari l'esclusione della posa degli elementi prefabbricati, essendo libera di sostituirli con tronchi di collettore gettato in opera.

Di norma i prodotti prefabbricati a maturazione compiuta e ad accettazione avvenuta, saranno trasportati sul luogo di impiego per essere collocati in opera.

## **D) 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 mm.1,5 con tolleranza U.N.I. (Norme U.N.I. 3143), con carico unitario di rottura non minore di  $340 \text{ N/mm}^2$  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  $305 \text{ g/m}^2$  per faccia.

Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfiture, parti non zincate, ecc. Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi, si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento realizzato con adeguato mastice bituminoso o asfaltico, avente uno spessore minimo di mm.1,5 inserito sulla cresta delle ondulazioni e dovrà corrispondere ad un peso unitario di  $1,5 \text{ Kg/m}^2$  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 g.36 ogni g.100 di acqua distillata (come previsto dalle tabelle U.N.I. 1475, 1476, 4007). Essi dovranno resistere alla immersione senza che appaiano evidenti tracce di rame.

#### **D.1) - ad elementi incastrati per tombini.**

L'ampiezza dell'onda sarà di mm.67,7 (pollici  $2 \frac{2}{3}$ ) e la profondità di mm.12,7 ( $\frac{1}{2}$  pollice); la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di m.0,61 (2 piedi). Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni cilindriche ondulate, curvate al diametro prescritto; dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto filo e l'altro ad intagli, tale 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.

#### **D.2) - a piastre multiple per tombini e sottopassi.**

L'ampiezza dell'onda sarà di mm.152,4 (pollici 6) e la profondità di mm.50,8 (pollici 2).

Il raggio della curva interna della gola dovrà essere almeno di mm.28,6 (pollici 1 e  $\frac{1}{8}$ ).

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di m.0,61.

I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a  $\frac{3}{4}$  di pollice ed appartenere alla classe G8 (Norme UNI 3740).

Le teste di bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle. Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno circolari, con diametro compreso da m.1,50 a m.6,40 e potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate con luce variabile da m.1,80 a m.6,50; ad arco con luce variabile da m.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 m.1,75 e m.2,50 pur non essendo tali misure multipli esatti di 0,61 come avanti detto.

Infine la coppia dinamometrica di serraglio per i bulloni dovrà, al termine del serraglio 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 mm.15) avente spessore di almeno cm.30.

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 cm.15 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.

#### **E) 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 e pezzi speciali di raccordo.

Il calcestruzzo per il corpo delle cordonate dovrà avere una resistenza cubica a rottura a compressione semplice, a 28 giorni di maturazione non inferiore a  $30 \text{ N/mm}^2$ .

Gli elementi verranno gettati in forme di lamiera e vibrocompressi mediante tavola vibrante o altro sistema idoneo.

Gli elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo dosato a ql.2 di cemento per mc. di inerti, dello spessore non inferiore a cm.10 e col medesimo calcestruzzo rinfiacati sul lato esterno fino a formare una sezione triangolare. Su richiesta della D.L., compensata con i prezzi appositi, fra la platea di fondazione sarà interposta una striscia di rete elettrosaldata in acciaio.

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 Kg.350 di cemento normale per  $\text{m}^3$  di sabbia, esercitando pressione per spingere a fondo la malta; seguirà successiva rifinitura a raso delle connessioni.

#### **F) CANALETTE**

Saranno costituite da elementi prefabbricati aventi le misure di cm. 50x50x20 e spessore di cm.5, o di misure pressoché simili purché accettate dalla D.L. Gli elementi dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato avente una resistenza cubica a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a  $30 \text{ N/mm}^2$ . 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 ed 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 20 circa, della lunghezza minima di m.0,80.

Questi verranno infissi nel terreno per una lunghezza minima di cm.60, in modo che sporgano dal terreno per circa cm.20. Analoghi ancoraggi saranno infissi saltuariamente ed in numero sufficiente ad 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 prefabbricato.

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.

#### **G) 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  $30 \text{ N/mm}^2$  ed armato con rete a maglie saldate.

Gli elementi di forma trapezoidale o ad L, secondo prescrizione della D.L. ed a seconda che trattasi di rivestire cunette e fossi in terra di forma trapezoidale o cunette ad L, dovranno avere spessore adeguato ed essere sagomati sulle testate.

La posa in opera degli elementi dovrà essere fatta sul letto di materiale arido costipato, o platea di calcestruzzo, 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 spinta a pressione e successivamente rifinita.

### **Art. 56**

#### **OPERE DRENANTI E DI DIFESA DEL CORPO STRADALE**

Dove è necessario garantire la stabilità del corpo stradale e delle sue pertinenze dall'azione delle acque di risalita, filtranti da monte o semplicemente percolate per capillarità, in corrispondenza di depressioni o ristagni, si deve provvedere alla eliminazione di tali acque mediante opportuni drenaggi. Detti drenaggi, a seconda della loro funzione

dovranno essere eseguiti con le seguenti caratteristiche e modalità.

#### **A) DRENAGGI LONGITUDINALI**

Si dovrà procedere innanzitutto alla esecuzione degli scavi a sezione obbligata adottando ogni cautela per evitare franamenti di sponda. Detti scavi dovranno essere spinti fino alla superficie di scorrimento della falda dell'acqua di ristagno e la superficie di scorrimento in atto e comunque fino alla profondità voluta dalla Direzione dei Lavori e presentare un fondo pulito ed una regolare pendenza. Gli scavi dovranno sempre essere assicurati da sbadacchiature, puntellature e quanto altro occorra per evitare repentini franamenti di sponda, sia per il buon esito delle successive operazioni che per la salvaguardia degli operai.

Ultimato lo scavo, avutone il benestare dalla Direzione dei Lavori, si procederà alla esecuzione del cunicolo di fondo drenante che verrà realizzato mediante tubi di cemento disposti a giunti aperti o con tubi perforati o finestrati in acciaio zincato o PVC duro.

Ad evitare intasamenti dei tubi drenanti, questi possono essere, su richiesta della D.L., rivestiti sul loro perimetro da una calza di geotessile.

Il riempimento dovrà essere effettuato con un primo strato di cm.50 di pietrisco da mm.25 a mm.70 poi con pietrame grosso (o sasso di fiume) di pezzatura 100÷300 mm. La pezzatura di detto pietrame dovrà poi decrescere via via dal basso all'alto, nonché dall'asse alle sponde interne del dreno, onde evitare l'intasamento a mezzo del terreno trascinato dall'acqua filtrante.

La Direzione Lavori potrà ordinare l'intasamento con sabbia lavata del drenaggio o del vespaio già costituito, fermo restando che detta lavorazione ed onere sarà compensata con specifica voce di elenco prezzi o di fornitura del materiale.

La parte superiore del drenaggio potrà infine essere formato da materiale con buona impermeabilità atto ad impedire per quanto possibile, il defluimento nel drenaggio dell'acqua di superficie. Qualora il drenaggio longitudinale scorra entro la piattaforma stradale o sotto cunetta, si dovrà sempre assicurare lo scolo delle acque di superficie a mezzo di cunetta in calcestruzzo o di fossetti debitamente rivestiti.

Se invece il drenaggio longitudinale corre all'esterno della fossetta stradale ed in fregio ad essa, dovrà essere completata mediante stendimento di terreno costipato e sagomato con il colmo sull'asse del drenaggio in modo da scolare rapidamente le acque meteoriche.

#### **B) DRENAGGI DI RISANAMENTO DELLA RIPA A MONTE INQUINATA**

Verranno eseguiti con le stesse modalità costruttive ed usando gli stessi materiali dei drenaggi precedentemente descritti, salvo l'opportunità, a discrezione della Direzione, di non interrare lo scavo con fascine o terreno plastico, lasciando i drenaggi a cielo aperto.

#### **C) 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 geotessile da usare sarà analogo a quello descritto nell'Art. "Qualità e provenienza dei materiali".

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.

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, messo in opera anche a più strati seguendo una granulometria crescente che di norma, salvo diversa prescrizione della D.L. si può così riassumere:

- per una altezza di cm.50 medio, pietrischetto o ghiaietto da mm.10 a mm.25 (costituzione del filtro);
- soprastante riempimento con pietrisco da mm.25 a mm.70.

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 sulla sommità dello strato di filtro o se richiesto dalla D.L. sulla sommità del dreno, cui seguirà l'eventuale copertura in terra pressata.

### **ART. 57**

#### **GABBIONI, MATERASSI METALLICI E RETE AD ALTA RESISTENZA**

I gabbioni, i materassi metallici a tasche (interasse mt.1,00) e la rete ad alta resistenza, dovranno essere fabbricati con rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale in accordo con le norme UNI 8018; tessuta con trafilato di ferro

in accordo con le norme UNI 3598; a forte zincatura conforme a quanto previsto dalla Circolare del Consiglio Superiore LL.PP. n.2078 del 27/08/62 vigente in materia.

Il filo da impiegarsi nelle cuciture e per i tiranti dovrà possedere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete. Prima della messa in opera dei gabbioni, materassi metallici e rete, e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. il relativo certificato di collaudo e garanzia, rilasciato dalla Ditta che ha fabbricato i manufatti metallici, redatto a norma della Circolare del Consiglio Superiore LL.PP. n.2078 del 27/08/62. La D.L. potrà procedere quindi al prelievo di campioni ed ai collaudi della zincatura sia dei fili della rete che del filo per le cuciture secondo le norme previste dalla su citata circolare.

Le dimensioni, e la modularità delle scatole costituenti i gabbioni, nonchè le loro disposizioni saranno previsti dagli elaborati di progetto e comunque in mancanza di questi da prescrizioni della D.L. che impartirà all'atto esecutivo dei lavori.

Nella costruzione di gabbionate e rivestimenti con materassi metallici dovrà provvedersi, prima del riempimento, alla formazione dei singoli elementi e quindi all'unione di più elementi con l'apposito filo di cucitura, in modo tale da ottenere la sagoma dell'opera in progetto. Le cuciture dovranno essere tali da creare la struttura monolitica ed assicurare la sua massima resistenza in funzione delle caratteristiche delle singole opere. Le cuciture lungo tutti i lati, normalmente dovranno essere effettuate passando un filo continuo dentro ogni maglia e con un doppio giro ogni due maglie.

Sono ammessi altri sistemi purchè siano giudicati idonei dalla D.L.

Il riempimento delle gabbionate verrà effettuato con pietrame e ciotoli aventi le seguenti caratteristiche:

- non essere friabile, nè gelivo;
- presentare un elevato peso specifico;
- presentare una dimensione media normalmente compresa tra 1 e 2 volte la dimensione minore della maglia della rete e tale da evitare fuoriuscita del materiale e ben assortita per ottenere la massima densità.

Sarà consentito il riempimento dei gabbioni con l'ausilio dei mezzi meccanici, fermo restando che l'assestamento ed il riempimento dei vuoti dovrà avvenire a mano.

Particolare cura dovrà prestarsi per la formazione delle facce a vista, le quali dovranno essere esclusivamente eseguite a mano utilizzando i criteri che si adottano nella costruzione dei muri a secco in modo da farle risultare per quanto possibile con facce piane e spigoli rettilinei e squadrati.

Dovranno inoltre essere predisposti tiranti all'interno del gabbione in ragione di n.4-6 al mc. per rendere solidali tra loro le pareti opposte dell'armatura metallica ed evitare in caso di deformazione dell'opera un eccessivo sfiancamento e quindi un dannoso insaccamento del pietrame.

La chiusura degli elementi dovrà essere effettuata cucendo i bordi o la rete del coperchio a tutti i bordi delle pareti verticali e con le stesse modalità indicate sopra per la formazione delle opere.

Dopo la chiusura degli elementi, la rete delle pareti e del coperchio dovrà risultare ben tesa e con i filoni dei bordi a contatto e far sì che l'opera finale costituisca una struttura monolitica.

Normalmente, salvo diversa prescrizione riportata negli elenchi prezzi o dalla D.L., le maglie della rete a doppia torsione dovranno essere non superiori a mm.80x100 ed il diametro del filo non inferiore a mm.2,7 il filo occorrente per le cuciture ed i tiranti dovrà avere diametro non inferiore a mm.2,4.

## **ART. 58**

### **SCOGLIERE PER LA DIFESA DEL CORPO STRADALE\_DALLE EROSIONI DELLE ACQUE**

Per difendere dalle erosioni provocate dalle acque i tratti del corpo stradale posti 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, 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 1<sup>a</sup> categoria del peso singolo compreso fra Kg.51 e Kg.1.000;

c) massi naturali di 2<sup>a</sup> categoria del peso singolo compreso fra Kg.1.001 e Kg.3.000;

d) massi naturali di 3<sup>a</sup> categoria del peso singolo compreso fra Kg.3.001 e Kg.7.000.

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 nel progetto. Per ciascuna scogliera il Direttore dei Lavori fissa il volume minimo dei massi e le proporzioni dei massi di volume

differenti.

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 di detti massi si potrà ammettere che venga impiegato pietrame a ciottoli spaccati, purché in proporzione non maggiore di un quinto del volume del masso stesso, e purché i singoli pezzi risultino ben distribuiti nella massa del calcestruzzo, non si trovino mai a contatto fra loro e siano addentratissimi, rispetto alle superfici esterne dei massi, di almeno cm.10.

I ciottoli ed il pietrame devono essere ben puliti dalle sostanze terrose ed eterogenee che eventualmente li ricoprivano e, 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. 59**

### **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.

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 deformabilità pressoché costante in qualsiasi punto e rispondere in tutto alle disposizioni impartite dal D.M. 21/06/2004 n.2367 e Circolare esplicativa n.62032 del 2010 oltre ad essere conformi alla Normativa Europea EN 1317.

Il fornitore dovrà produrre sempre Certificato di conformità CE, Dichiarazione di conformità CE, Etichettatura CE, resoconto del crash test eseguito, con indicazione del valore di larghezza operativa e deflessione dinamica e lunghezza minima di omologazione.

Inoltre dovrà fornire il Documento di trasporto o dichiarazione di origine della fornitura e su richiesta della D.L. le sollecitazioni massime trasmesse ai montanti.

#### **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 aggetto non inferiore a cm.15 dalla faccia del sostegno lato strada.

Le fasce saranno costituite da nastri metallici aventi: spessore minimo di mm.3, profilo a doppia onda, altezza effettiva non inferiore a mm.300, sviluppo non inferiore a mm.475, modulo di resistenza non inferiore a  $\text{cm}^3$  25.

I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici, con profilo a C di dimensioni non inferiori a mm.80x120x80, aventi spessore non inferiore a mm.5, lunghezza non inferiore a m.1,65 per le barriere centrali e m.1,95 per quelle laterali.

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

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

In casi speciali, quali zone rocciose od altro, 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 e delle dimensioni fissate dalla Direzione dei 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 zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/m<sup>2</sup> per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/66.

I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di più o meno cm.2 ed orizzontale di più o meno cm.1.

Le fasce ed i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire la installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a m.50 senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali.

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

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

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

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

Le 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 adiacenti, si dovranno adottare anche diverse e più adeguate soluzioni strutturali, come l'infittimento dei pali e l'utilizzo di pali di maggior resistenza, trave di rinforzo.

Ad interesse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rinfrangenti, i quali avranno area non inferiore a  $\text{cm}^2$  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 verticali in profilato metallico, da una fascia orizzontale metallica, fissata ai sostegni a mezzo di distanziatori, e da un corrimano in tubolare metallico posto ad altezza non inferiore a m.1 dal piano della pavimentazione finita.

I parapetti realizzati sui ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.) dovranno rispondere alle norme previste dal D.M. 14/01/2008

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 14/01/2008, mentre per altri tipi di acciaio o di metallo si dovrà far riferimento alle Norme UNI 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 la occorrente profondità, in appositi fori di ancoraggio predisposti, o da predisporre dalla stessa Impresa, sulle opere d'arte e fissati con adeguata malta secondo le prescrizioni della D.L.

I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni indicate dalla Direzione dei Lavori 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.2,4, sarà fissato allo stesso sostegno della fascia.

Tutte le parti metalliche dei parapetti dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360 ed assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno. I quantitativi minimi di zinco saranno di 300 grammi 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 interesse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni) dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a  $\text{cm}^2$  50, in modo che le loro superfici risultino pressochè normali all'asse stradale.

## **ART. 60**

### **SISTEMAZIONE TERRENO - SEMINAGIONI - OPERE IN VERDE**

#### **A) 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.

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.

## **B) 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:

### **B.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, al fine di rendere le superfici di impianto perfettamente profilate.

Con le operazioni di preparazione agraria del terreno, l'Impresa dovrà provvedere anche all'esecuzione di tutte le opere che si ritenessero necessarie per il regolare smaltimento delle acque di pioggia, con 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.

## **c) SEMINE**

Per particolari settori di scarpate stradali, determinati dalla Direzione 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.

Prima della semina, il terreno dovrà venir erpicato con rastrello a mano per favorire l'interramento del concime.

Secondo la diversa natura del terreno, il Direttore dei Lavori prescriverà i tipi e le specie di semi da impiegare per l'inerbimento.

Il quantitativo di seme da impiegarsi, normalmente compreso fra 120-150 Kg. per ettaro, sarà comunque in funzione delle prescrizioni dettate dalla casa vivaistica fornitrice del prodotto.

Prima dello spandimento del seme, l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione 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 venire 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 MEDIANTE ATTREZZATURE 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:

a) impiego di miscuglio in esame, concime granulare ed acqua;

b) impiego di miscuglio come al precedente punto a) ma con l'aggiunta di sostanze collanti come cellulosa, bentonite,

torba, ecc.;

c) impiego di miscuglio come al precedente punto a) e successivo spandimento di paglia.

Con il primo sistema saranno impiegati adeguati quantitativi di concime granulare e sementi, mentre il sistema previsto al punto b) prevede l'impiego di un 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 contemporaneamente la spruzzatura di emulsione bituminosa. La paglia impiegata per ettaro di superficie da trattare sarà ql.50, mentre l'emulsione bituminosa, avente la funzione di collante dei fuscilli di paglia, sarà ql.12 per ettaro.

#### **E) 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 nel 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 mq), da risarcire fino a completo attecchimento. Ogni mq. di serrette di riferisce alla superficie sviluppata verso valle, compreso pure il maggior onere per la formazione e rifinitura dello stramazzone e degli eventuali piccoli arginelli in terra battuta alle spalle delle serrette stesse.

#### **F) GRATICCI IN FASCINE VERDI**

Saranno eseguiti impiegando gli stessi materiali delle serrette, mediante terrazzamento del terreno, larghezza terrazzata m.1,20, avente pendenza contrappoggio, 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.

#### **G) 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 cordonata e cordonata sarà di m.1,20, salvo diverse indicazioni impartite dalla Direzione 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 cm.15 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 cm.15. Esse saranno disposte su due file nel numero di 6 per ogni cm.50 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 cm.10.

d) verghe di salice: da intrecciarsi a mò di canestro, tra le talee di salice ed 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 10x10 cm., 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 Lavori, da un solo intreccio. In tal 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.

#### **H) CURE COLTURALI**

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 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.

Dopo eseguito l'impianto, e fino ad intervenuto favorevole collaudo definitivo delle opere, l'Impresa è tenuta ad effettuare tutte le cure colturali 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 richieste per ottenere le scarpate completamente rivestite dal manto vegetale.

E' compreso nelle cure colturali 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 nella tariffa dei prezzi di elenco.

## **NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

### **ART. 61**

#### **MISURAZIONI DEI LAVORI**

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto ed in base a quanto prescritto dall'Art. "Misurazione dei lavori" riportato nel Titolo I – Parte Normativa. .

### **ART. 62**

#### **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 Lavori, il controllo delle quote delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse. In base a tali rilievi ed a quelli da praticarsi ad opere finite od a parti di essa purché finita, 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 agli effetti contabili le aree delle sezioni trasversali in rilevato, vengono delimitate dal piano di campagna originario, dal piano di posa dei rilevati, dalle scarpate, dal piano delimitante superiormente i cigli erbosi e dal piano di posa dello strato di fondazione stradale.

Le aree delle sezioni trasversali in scavo vengono delimitate dal piano di campagna originario, dalle scarpate, dalle banchine e dal piano delimitante inferiormente l'area del cassonetto.

#### **A) COMPATTAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI E DELLE SOVRASTRUTTURE IN TRINCEA**

Con il relativo prezzo di elenco applicato alla superficie del fondo del cassonetto o al piano di posa del rilevato, si intendono compensati tutti gli oneri e le lavorazioni previste per ottenere la densità ed il modulo di complessibilità prescritti.



Se in relazione alle caratteristiche del terreno, la Direzione Lavori ordinasse la sostituzione del terreno esistente con materiale arido per una determinata profondità, al di sotto del piano di campagna, lo scavo sarà pagato con il prezzo dello scavo di sbancamento ed il materiale arido con il relativo prezzo di elenco.

## **B) SCAVI DI SBANCAMENTO E DI FONDAZIONE**

Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà dell'Amministrazione appaltante.

L'Impresa potrà usufruire dei materiali stessi, sempre che vengano riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori ma limitatamente ai quantitativi necessari all'esecuzione delle opere appaltate e per quelle categorie di lavoro di cui è stabilito il prezzo di elenco con materiali provenienti dagli scavi.

Quando negli scavi in genere si fossero passati i limiti assegnati, non solo non si terrà conto del maggior lavoro eseguito, ma l'Impresa dovrà a sue spese, rimettere in sito le materie scavate, o comunque provvedere a quanto necessario per assicurare la regolare esecuzione delle opere.

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 cappaie, radici, arbusti, ecc., ed il trasporto in aree di deposito o di rifiuto;
- lo scavo, il trasporto e lo scarico dei materiali a rifiuto, a reimpiego od a deposito a qualsiasi distanza;
- la perfetta profilatura secondo le linee di progetto delle scarpate, degli arginelli e dei cassonetti anche in roccia;
- gli esaurimenti d'acqua negli scavi di sbancamento.

Qualora per la qualità del terreno, o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbadacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Impresa dovrà provvedere a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti.

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.

Nessun compenso spetterà all'Impresa per il mancato recupero parziale e 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 mc.1, se rotti, verranno compensati con i relativi prezzi di 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 scarpa; ma in tal caso non sarà pagato il maggior volume, nè il successivo riempimento a ridosso delle murature che l'Impresa dovrà eseguire a proprie cure e spese. Al volume di scavo per ciascuna classe di profondità indicata nell'elenco prezzi, verrà applicato il relativo prezzo e sovrapprezzo.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei e compensati con il relativo sovrapprezzo, solo se eseguiti a profondità maggiore di cm.20 dal livello costante a cui si stabilizzano le acque.

Nel prezzo degli scavi di fondazione è sempre compreso l'onere del riempimento dei vuoti attorno alla muratura.

Il trasporto e 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. Le materie di scavo che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori dalla sede dei lavori, a debita distanza e sistemate convenientemente anche con spianamento e livellazione di campagna, restando a carico dell'Impresa ogni spesa conseguente, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito.

## **C) FORMAZIONE RILEVATI**

L'area delle sezioni di rilevato verrà computata rispetto al suo piano di posa adeguatamente costipato, ma senza tener conto della riduzione di volume che il materiale riportato subirà, rispetto al volume che occupava nel sito di scavo oppure allo stato sciolto, a seguito della compattazione meccanica.

Qualora l'Impresa superasse le sagome fissate dalla Direzione Lavori, il maggiore rilevato non verrà contabilizzato e l'Impresa se ordinato dalla Direzione Lavori, rimuoverà a sue cure 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 Lavori.

La sistemazione in rilevato delle terre costituenti la coltre vegetale di rivestimento delle scarpate verrà pagata con specifico prezzo.

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 ed 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 Lavori potrà portare a rifiuto i materiali rocciosi e sostituirli con uguale volume di materiali provenienti da cave di prestito appartenenti al gruppo A1 (classifica CNR - UNI 10006) i quali ultimi però verranno contabilizzati come materiali provenienti dagli scavi.

Dal computo dei volumi dei rilevati si detrairanno i volumi delle opere d'arte e dei materiali altrimenti pagati; non verranno considerati cedimenti del piano di posa dei rilevati quelli inferiori a cm.15, essendosi valutati i corrispondenti oneri nel determinare i relativi prezzi di elenco.

Quando siano prevedibili cedimenti del piano di posa dei rilevati eccedenti i cm.15, l'Impresa sottoporrà all'approvazione della Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assistimetriche.

La posa in opera delle piastre e la rilevazione degli eventuali cedimenti saranno fatte a cura e spese dell'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori.

Saranno pagati all'Impresa gli eventuali maggiori volumi di rilevato, fatta eccezione per quelli derivanti dai primi cm.15 di cedimento.

I rilevati o parte di essi costruiti con tale sistema e le cui sezioni siano ben definibili saranno computati per il loro volume dopo costipamento.

#### **D) RILEVATI CON MATERIALI PROVENIENTI DA CAVE DI PRESTITO**

Il volume di materiale da compensare come proveniente da cava di prestito sarà dato dalla differenza fra il volume totale dei rilevati già compattato, ed il volume dei materiali riconosciuti idonei proveniente dagli scavi per apertura della sede stradale ed accessori, cunette, cassonetti, scavo di sbancamento e di fondazione per impianto di opere d'arte e scavo di scoticamento per la sistemazione del piano di posa dei rilevati.

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 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.

### **ART. 63**

#### **DEMOLIZIONI DI MURATURE E DI FABBRICATI**

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 non ritenuti idonei che rimarranno di proprietà dell'Impresa.

La demolizione dei 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, fino alla profondità indicata dalla D. L..

I materiali demoliti resteranno di proprietà dell'Impresa, la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti utilizzabili dalla Direzione Lavori e trasporterà alla discarica i materiali non riutilizzabili, a sua cura e spesa, anche fuori delle pertinenze stradali qualora la Direzione Lavori lo prescrivesse.

### **ART. 64**

#### **DEMOLIZIONE DI SOVRASTRUTTURA STRADALE E FRESATURA DI CONGLOMERATO BITUMINOSO**

##### **A) DEMOLIZIONI**

Con il prezzo di Elenco 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, nonché 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.

##### **B) FRESATURE**

Con il prezzo di elenco vengono compensati tutti gli oneri per la fresatura della pavimentazione, il carico, trasporto e scarico in stabilimento od impianto mobile del materiale fresato per la relativa rigenerazione, o accatastati in depositi di cantiere, nonché per la perfetta pulizia e spolveratura della zona fresata.

Il lavoro eseguito verrà valutato per i mq. fresati rientranti negli spessori secondo quanto indicato nei relativi prezzi di elenco.

### **ART. 65**

#### **MURATURE DI GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI**

Tutte le murature ed i conglomerati cementizi sia in fondazione che in elevazione, semplici od armati, verranno misurati a volume con metodo geometrico in base a misure sul vivo, nel rispetto degli elaborati progettuali, escludendo gli intonaci dove esistano, e deducendo i vuoti ed i materiali eventuali di natura differente compenetrati nelle strutture. Non verranno dedotti il volume minore o uguale a mc.0,20 ciascuno, intendendosi in tal modo compensato il maggiore magistero richiesto per la formazione di eventuali fori o feritoie regolarmente disposti, da realizzare nel numero e nelle posizioni che verranno richieste dalla Direzione Lavori.

I conglomerati cementizi saranno valutati e pagati con i relativi prezzi di elenco secondo i vari tipi e classi, prescritti in progetto dalla Direzione 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 che dalle prove di rottura risulti una resistenza caratteristica superiore a quella prescritta secondo progetto od ordinata per iscritto dalla Direzione Lavori, non si darà luogo ad alcuna maggiorazione del prezzo unitario stabilito in elenco.

Nei relativi prezzi di elenco sono compresi in particolare:

- la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali necessari (inerti, leganti, acqua, ecc.) la mano d'opera, 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, l'eventuale esaurimento dell'acqua, l'onere delle prove e controlli e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione o giunti speciali a cuneo, secondo i tipi approvati dalla D.L., il relativo onere, compreso quello 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, sarà corrisposto solo il costo di detti materiali.

In ogni altro caso, tale impiego sarà consentito ma a totale carico dell'Impresa, previo benestare della D.L.

## **Art. 66**

### **CASSEFORME - ARMATURE**

Le casseforme, le armature o ponteggi di sostegno per i volti, saranno in genere compensati a parte; salvo che non sia esplicitamente indicato il contrario nelle voci di Elenco Prezzi.

Nel caso di getti di calcestruzzo eseguiti in scavi a sezione obbligata non verrà in nessun caso contabilizzata la cassetta.

Il prezzo delle strutture provvisorie di cui sopra è comprensivo di tutti gli oneri relativi alla fornitura dei materiali, alla mano d'opera, alla costruzione, al montaggio, disarmo, sfrido, chioderia, ancoranti, ecc., nonché di ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

#### **1. CASSEFORME**

Le casseforme, unicamente se effettivamente eseguite, qualunque sia il tipo (in legname, in metallo, fisse o rampanti, ecc.) saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto con il conglomerato, ad opera finita.

#### **B) ARMATURE**

Le armature di sostegno delle casseforme per piattabande, travate, solettoni o altre strutture orizzontali, o di sostegno di centinature per volti ed archi, saranno contabilizzate con i criteri indicati nella relativa voce di Elenco Prezzi.

## **Art. 67**

### **ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A. E C.A.P.**

Il peso dell'acciaio tondo per l'armatura del calcestruzzo sia esso liscio o ad aderenza migliorata o speciale ad alto limite elastico, verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le

quantità superiori alle prescrizioni, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Il peso del ferro in ogni caso verrà determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra (seguendo le sagomature e uncinature) e moltiplicando per il peso unitario determinato in base alle dimensioni nominali ed al peso specifico  $7,85 \text{ Kg./dm}^3$  indicato nel D.M. 14/01/2008.

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  $7,85 \text{ Kg./dm}^3$  indicato nel D.M. 14/01/2008.

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 tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il numero dei tondini componenti il cavo e 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 tra 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 tra 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  $7,85 \text{ Kg./dm}^3$ .

Il tondino sarà fornito e dato in opera nelle casseforme, dopo aver subito tutte le piegature, sagomature e legature ordinate dalla Direzione Lavori, curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi.

Il prezzo dell'acciaio per strutture in cemento armato precompressi compensa anche:

a) per il sistema a cavi scorrevoli: la fornitura e posa delle guaine, dei fili di legature 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 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 ed 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 ql.3 di cemento per mc. 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.

E' consentita per lavori di modesta entità la procedura di quantificazione per verbali di pesatura redatti in contraddittorio tra l'Impresa appaltatrice e la D.L.

## **Art. 68**

### **INTONACI – RIPRISTINO DI ELEMENTI STRUTTURALI IN CALCESTRUZZO - IMPERMEABILIZZAZIONI**

#### **RIVESTIMENTO IN PIETRA**

La valutazione degli intonaci del ripristino di elementi strutturali, della protezione dei calcestruzzi e delle impermeabilizzazioni verrà fatta tenendo conto dell'effettiva superficie curva o piana, senza effettuare deduzioni di vani di superficie inferiore a mq.1 e senza tenere conto di rientranze o sporgenze dal vivo che non superino i cm.10.

La superficie delle volte, tanto nella copertura degli estradossi con manti impermeabili come nell'eventuale intonacatura degli intradossi, verrà determinata calcolando lo sviluppo della volta stessa.

Nei prezzi a mq. delle singole voci delle impermeabilizzazioni sono comprese tutte le forniture (ivi compresi eventuali additivi), il noleggio a caldo degli impianti di confezionamento e stesa, la mano d'opera occorrente, i ponteggi, la finitura degli spigoli e dei gusci di raccordo, la ripresa di eventuali irregolarità e di tracce e quant'altro occorre per dare il lavoro finito e perfetta regola d'arte.

Nei prezzi a mq. delle singole voci degli intonaci e della protezione dei calcestruzzi sono comprese tutte le forniture e gli oneri di cui sopra, ad eccezione dell'intonaco eseguito a spruzzo (gunite), il cui prezzo non comprende l'eventuale rete di armatura.

I rivestimenti in pietra naturale saranno contabilizzati a metro quadrato in base alla loro effettiva superficie qualunque sia il loro spessore. Si applicheranno pertanto prezzi separati per il nucleo e la faccia vista.

Nel caso che il rivestimento sia eseguito contemporaneamente al nucleo della muratura, il suo spessore sarà convenzionalmente stabilito in cm.25. Si intendono compresi e compensati nel prezzo l'onere dei ponteggi, per l'ammorsamento alle murature esistenti e per la stuccatura dei giunti.

Nel prezzo delle opere di ripristino di elementi strutturali sono comprese tutte le forniture e gli oneri di cui sopra, ad eccezione dei ponteggi e dell'eventuale rete di armatura.

#### **Art. 69**

##### **ACQUEDOTTI E TOMBINI TUBOLARI**

I tombini tubolari eseguiti con tubi di cemento saranno pagati a ml. in opera ed il prezzo di elenco comprende lo scavo a sezione obbligata fino alla profondità necessaria, il carico ed il trasporto a rifiuto del materiale di risulta, l'esecuzione del massetto di fondazione e del rinfilanco in conglomerato cementizio o sabbia nelle quantità necessarie per raggiungere le portate richieste dal progetto o dalla D.L., la stuccatura dei giunti ed il rinterro con materiale arido dello scavo.

I manufatti tubolari in lamiera ondulata e zincata saranno contabilizzati in ragione del peso effettivo, risultante da appositi verbali di pesatura redatto in contraddittorio.

Qualora il peso effettivo di ciascun elemento sia inferiore a quello teorico diminuito della tolleranza, la Direzione 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. 70**

##### **MANUFATTI IN ACCIAIO E LAVORI SPECIALI**

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.

Il peso dei manufatti verrà determinato prima della posa in opera mediante pesatura da verbalizzare in contraddittorio con la D.L.

Gli apparecchi di appoggio di qualsiasi tipo saranno compensati con i rispettivi prezzi di elenco.

#### **Art. 71**

##### **DRENAGGI E VESPAIA A TERGO DELLE MURATURE**

Le profondità che daranno luogo alla applicazione dei prezzi per lo scavo ed il riempimento dei drenaggi saranno determinati 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.

I vespai saranno valutati a volume, misurati ad opera finita.

#### **Art. 72**

##### **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, ed in base alla resistenza a trazione del telo stesso, essendo compreso e compensato nel prezzo di Elenco ogni onere per la fornitura, posa in opera, sfridi, sovrapposizioni, saldature.

#### **Art. 73**

##### **SOVRASTRUTTURA STRADALE**

###### **A) STRATO DI FONDAZIONE**

Gli strati di fondazione in misto granulometrico in legante naturale o corretto a cemento (misticementati) saranno valutati a volume in opera a costo di ultimato.

Qualora l'unità di misura indicata nei rispettivi prezzi di elenco preveda la determinazione della misura a peso od a volume sul mezzo di trasporto, varranno le prescrizioni ed i metodi di cui al successivo punto b) del paragrafo "Strati di base e di collegamento".

###### **B) STRATO DI BASE E DI COLLEGAMENTO**

Gli strati, in conglomerato bituminoso, di cui trattasi, a secondo delle prescrizioni specificate dal presente regolamento o previste dai relativi prezzi d'elenco, saranno valutati e compensati nei seguenti modi:

a) misurato in opera secondo lo spessore compresso pari alle dimensioni di progetto;  
b) misurato a volume od a peso sul mezzo di trasporto (conglomerato bituminoso per risagomature o conguagli in genere).  
Qualora si applichi il metodo di cui al sopra citato punto a), per la determinazione ed il controllo dello spessore verranno eseguiti, su disposizione della D.L., saggi da valutarsi in contraddittorio, in numero di quattro o più.

I saggi che presenteranno uno spessore superiore a quanto prescritto, non saranno presi in considerazione per la parte di spessore eccedente a quello ordinato.

Quelli che risulteranno di spessore inferiore allo spessore prescritto saranno assunti per il loro effettivo spessore.

Gli spessori così assunti verranno mediati tra loro e se la media sarà inferiore allo spessore ordinato o di progetto, salvo diverse prescrizioni, integrazioni e comunque ugualmente accettati dalla D.L., sarà effettuata una debita detrazione sull'intero tratto di strada cui fanno riferimento i saggi.

Al fine di consentire poi un più completo controllo del materiale impiegato, e salvo diversa determinazione della D.L., l'Impresa dovrà fornire le bollette di pesatura e di fornitura del conglomerato, prima di iniziare lo scarico in finitrice.

Qualora si applichi il metodo di cui al sopra citato punto b), i conglomerati saranno misurati a volume sul mezzo di trasporto, in arrivo in cantiere dopo lo spianamento della superficie e la determinazione in contraddittorio delle misure da parte dei rappresentanti l'Amministrazione e l'Impresa.

Quando, i conglomerati sono determinati a peso l'Impresa dovrà fornire la bolletta di pesatura e di fornitura del materiale, prima di iniziare lo scarico in finitrice.

La D.L. a sua totale discrezione, potrà richiedere, che la quantità espressa in peso risulti esclusivamente da tagliandi rilasciati da pese pubbliche, o in alternativa, da altre pese di cantiere, di frantoio, ecc., comunque controllate e funzionanti, ritenute idonee.

L'Impresa dovrà sottostare a tutti gli oneri occorrenti (tariffe di pesatura, maggiori percorrenze nei trasporti, carburanti, noli, ecc.) affinché la D.L. possa esercitare le azioni di controllo di pesatura che essa stessa ritiene necessarie e nei modi, luoghi e frequenza richiesti.

I controlli di pesatura che la D.L. o suo delegato effettuerà, anche con metodo a campione, dovranno dare risultati in cui il peso accertato non si discosti di oltre lo 0,5% rispetto a quello dichiarato.

Se dai controlli risulteranno pesi che si discostano oltre alla tolleranza, sarà riconosciuto valido quello accertato.

Quando la D.L. avrà accertato, alla pesa pubblica, e su singoli automezzi pesi oltre alla tolleranza acconsentita in numero superiore a tre, avrà facoltà di effettuare una detrazione su tutto il materiale di medesimo tipo e che interessi l'intero tratto di strada realizzato a cui fanno riferimento i controlli.

La detrazione da applicare sarà assunta mediando la percentuale di variazione riscontrate tra i pesi dichiarati e quelli accertati, dedotte le tolleranze; la percentuale media così ottenuta, sarà applicata in deduzione alla totale quantità di materiale messo in opera.

Resta inteso che il conglomerato non misurato come sopra detto o privo di bolletta di pesatura non varrà contabilizzato.

Gli accertamenti sopra indicati risulteranno da liste dei materiali ove figureranno il tipo, il numero di targa del mezzo di trasporto, gli estremi della bolla di fornitura con indicato il peso o l'esatta misura del volume su cassone, la data ed il luogo di impiego del materiale.

Il peso specifico del materiale, che si rendesse necessario per varie determinazioni e controlli che la D.L. richiederà, sarà desunto da appositi rapporti fra pesatura e misure del medesimo materiale rilevati in contraddittorio e riportati su appositi verbali firmati fra le parti.

La posa in opera dei suddetti materiali è compresa negli oneri, salvo esplicita esclusione prevista nel prezzo di elenco.

### **C) STRATO DI USURA**

#### **a) Misurato in opera secondo lo spessore pari alle dimensioni di progetto:**

Il conglomerato bituminoso chiuso dovrà consentire la formazione di tappeti che, a compattazione debitamente effettuata, risultino di uno spessore pari a mm.30 (trenta), salvo diverse disposizioni degli oneri di elenco prezzi della Direzione dei Lavori e verrà misurato in opera secondo la superficie netta effettivamente ricoperta, esattamente delimitata ai bordi e secondo le larghezze previste dalle sezioni di progetto.

Per le determinazioni dello spessore del manto di usura saranno praticati su disposizione della Direzione Lavori saggi da valutarsi in contraddittorio.

Nel caso di strati di usura da applicarsi su nuove pavimentazioni o su pavimentazioni conguagliate, i saggi che presenteranno uno spessore superiore a quanto prescritto verranno considerati solo per lo spessore ordinato con escluso quello eccedente.

Quelli che risultassero di spessore inferiore allo spessore prescritto saranno assunti per il loro effettivo spessore.

Nel caso di strati di usura da applicarsi su pavimentazioni esistenti i saggi che presenteranno uno spessore superiore a quanto prescritto verranno assunti per il loro effettivo spessore fino ad un massimo di mm.33, e quelli con valore inferiore a quanto prescritto verranno assunti per il loro effettivo spessore fino ad un minimo di mm.27.

Gli spessori così assunti verranno mediati tra loro e se la media sarà inferiore ai mm.30 sarà effettuata una debita detrazione su tutto il tappeto cui fanno riferimento i quattro o più saggi, purché il lavoro allo stato in cui è stato eseguito venga ugualmente accettato dalla D.L.

#### **b) Misurato a volume od a peso sul mezzo di trasporto:**

Valgono le stesse prescrizioni e metodi di cui al punto b) del paragrafo precedente "Strati di base e di collegamento".  
Rimane inteso che il materiale privo di bolletta di pesatura o non misurato a volume ovvero non spianato e controllato dalla D.L. ovvero comunque mancante verrà detratto nella quantità corrispondente.

## **Art. 74**

### **TRATTAMENTI SUPERFICIALI**

I trattamenti superficiali e le pavimentazioni in genere verranno misurati in ragione di superficie, avvertendo che non saranno contabilizzate le maggiori superfici non ordinate dalla Direzione Lavoro.

Nei prezzi unitari relativi è compreso 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. 75**

### **MANUFATTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

#### **A) CORDONATE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

Le cordonate in calcestruzzo cementizio 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 del presente Capitolato, ivi compreso l'eventuale scavo necessario alla posa dei cordoli e della relativa fondazione.

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.

#### **B) CANALETTE DI SCARICO DELLE ACQUE PIOVANE**

Le canalette costituite da elementi prefabbricati in conglomerato cementizio per lo scarico delle acque piovane verranno valutate in opera a metro lineare di lunghezza effettivamente realizzata, 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 presente Capitolato, compreso lo scavo di posa, il costipamento e relativi ancoraggi e quant'altro occorra per eseguire il lavoro a perfetta regola d'arte.

L'invito in conglomerato cementizio da eseguire alla sommità delle canalette sia esso prefabbricato o costruito in opera è compreso nel prezzo a metro lineare delle canalette.

#### **C) 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 lo scavo di sbancamento, 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.

## **Art. 76**

### **GABBIONATE**

La Direzione Lavori accerterà il peso 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 fra le facce opposte e quant'altro dovesse occorrere per il montaggio dei gabbioni stessi.

Il riempimento in pietrame sarà misurato sul gabbione già posto in opera e riempito.

Nel prezzo relativo al riempimento sono compresi gli oneri per il paramento a corsi pressoché regolari delle facce viste, la posa in opera dei gabbioni e l'onere delle legature.

## **Art. 77**

### **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 tara del veicolo nonchè il peso dei conci o scagioni 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.

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, purché 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. 78**

### **BARRIERE DI SICUREZZA E PARAPETTI METALLICI**

Le barriere, rette o curve verranno misurate sull'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 e pagati con l'apposito prezzo di elenco.

Per quanto riguarda la barriera doppia da situarsi nello spartitraffico, essa verrà compensata applicando due volte il prezzo di elenco relativo alle barriere semplici.

Resta stabilito che nei prezzi di elenco sono compresi e compensati i pezzi speciali in rettilineo, in curva, terminali, eventuali blocchi di fondazione in calcestruzzo ed in particolare, per i parapetti o le barriere ricadenti sulle opere d'arte, anche l'onere della formazione dei fori nelle varie opere d'arte e del fissaggio dei sostegni con malta confezionata con cemento A.R.

Nei prezzi di elenco deve intendersi sempre compreso e compensato anche l'onere dell'interposizione di idonei elementi distanziatori fra la fascia ed il sostegno, in modo da realizzare le distanze precedentemente prescritte nel presente Capitolato speciale, nonché quello della fornitura e posa in opera dei dispositivi rifrangenti.

## **Art. 79**

### **SISTEMAZIONE CON TERRENO COLTIVO DELLE AIUOLE**

La misurazione della sistemazione con terreno coltivo sarà effettuata secondo la superficie effettiva sistemata, e nel prezzo a metro quadrato, qualunque sia lo spessore del terreno, si intendono compresi e compensati tutti gli oneri previsti nel presente Capitolato, relativi a tale categoria di lavoro.

Da detto prezzo è esclusa l'eventuale fornitura di idonea terra vegetale proveniente da cava di prestito.

## **Art. 80**

### **LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE — OPERE IN VERDE**

#### **a) Piantagioni:**

Le piantagioni di essenze a portamento strisciante o arbustivo di specie forestali saranno misurate per la loro superficie effettiva di impianto, senza effettuare detrazioni di parti non piantate (testate di tombini), quando la superficie di queste sia inferiore a m2 3.



**b) Semine:**

Anche le semine saranno valutate in base alla superficie effettiva, senza effettuare detrazioni, nei limiti di cui al presente comma.

**c) Viminate:**

Saranno misurate in metro di effettivo sviluppo.

**d) Graticci con fascine verdi:**

Saranno valutati a metro di effettivo sviluppo; nel prezzo di Elenco è compreso l'onere dello scavo del terreno ed il riassetamento del materiale nella superficie circostante.

Nei prezzi unitari stabiliti in Elenco sono comprese tutte le forniture e la mano d'opera occorrenti per procedere alla eventuale ripresa di erosioni e solcature, sia prima del piantamento, sia successivamente, gli eventuali diserbi, la preparazione fisica e chimica del terreno, il piantamento, tutte le successive cure colturali e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

\*\*\*\*\*